

Grundvattenkartor

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
SGU serie An nr 3. Skala 1:50 000

Beskrivning till kartan över Grundvattentillgångar i Strängnäs kommun



Carl-Fredrik Müllern



Uppsala 1996

ISBN 91-7158-586-9
ISSN 1402-4195

För mer detaljerad information om jordarter och berggrund hänvisas till SGUs speciella jordartskartor (SGU serie Ae) och 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
Hemsida på Internet: <http://www.sgu.se>

Omslagsbild: Sonderingsborrning i Strängnäsåsen vid Grundbro med provtagning på olika djup av grundvattnet och av sand- och gruslagren.
Foto: C.- F. Müllern, 1996.

© Sveriges Geologiska Undersökning

FÖRORD

Kartan över grundvattentillgångarna i Strängnäs kommun är den tredje i en serie kommuninriktade grundvattenkartor, Ser. An, som framställs av Sveriges geologiska undersökning, SGU. Kartan är framtagen i nära samarbete med kommunens Samhällsbyggnadskontor, 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, tillsammans med kartan över grundvattnets sårbarhet, 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 Strängnäs kommun är digitalt framställd i MapInfo. (Data är tillgängliga även i ARC/INFO). Informationen är inlagrad i databasen, vilken levererats till kommunen, med en noggrannhet som huvudsakligen är avsedd att passa en framställning i skala 1 : 50 000. Framställningar av analoga kartor över hela eller delar av kommunen från kartdatabasen kan göras i såväl större som mindre skala, vilket emellertid kräver insikt i att noggrannheten inte alltid överensstämmer med den förändrade kartskalen. I t.ex. Grundbroområdet är noggrannheten anpassad för framställning i skala 1 : 20 000.

I MapInfo är x-koordinater horisontell axel och y-koordinater vertikal axel. Denna text anger koordinater i rikets nät, vilket är tvärt om.

Kartan och beskrivningen är tillgängliga på CD-ROM.

Bedömningarna av grundvattentillgångarna i de kvartära avlagringarna, i första hand grusåsarna, har grundats på de hydrogeologiska fältarbeten som utförts inom ramen för SGUs grundvattenundersökningar i Strängnäs 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 Södermanlands län i skala 1 : 250 000, SGU Ser. Ah nr 7, vilken är en syntes av äldre grundvattenundersökningar och utredningar.

De undersökningar som utförts för kartläggningen av grundvattentillgångarna i Strängnäs kommun har givetvis lett till nya insikter om grundvattenförhållandena, varför kommunkartan i flera avseenden skiljer sig från länskartan. Det gäller t.ex. lägen för grundvattendelare, 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.

Textbidrag har lämnats av Bo Thunholm: grundvattennivåer och grundvattens 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. Akvarellerna har utförts av Elisabet Carlsson, digitala bilder av Katarina Ryckenberg samt seismogram och radargram av Bo Wållberg. Det digitala arbetet har letts av Magnus Åsman.

Kartläggningen genomfördes 1994 – 1995. De geofysiska arbetena har letts av Bo Wållberg, borrhningarna av Roger Smedberg. I fältarbetena medverkade Eva Elsmark, Mia Ericsson, Leif Eriksson, Jonas Gierup, Mattias Gustafsson, Sven-Erik Karlsson, Åsa Klein, Göran Risberg, Leif Särnblad och Holger Timje.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Sammanfattning

1.1. Utförda arbeten

1.2. Resultat och slutsatser

2. Foton från undersökningarna

3. Grundvattentillgångar

3.1. Allmänna förutsättningar

3.1.1. Naturresursen grundvatten

3.1.2. Vattnets kretslopp

3.1.3. Grundvattnet i och intill en grusås

3.1.4. Grundvattenbildning

3.1.5. Grundvattennivåer

3.1.6. Årstidsvariationer

3.1.7. Dricksvatten

3.1.8. Inducerad infiltration

3.1.9. Konstgjort grundvatten

3.2. Översiktlig beskrivning av grundvattentillgångarna i Strängnäs kommun

3.2.1. Grundvatten i jordlagren

3.2.2. Grundvatten i berggrunden

3.2.3. Teckenförklaring till kartorna

3.3. Grundvattentillgångar i Byringeåsen

3.3.1. Norr om Länna bruk

3.3.2. Vid Länna bruk

3.4. Grundvattentillgångar i Strängnäsåsen

3.4.1. I centrala Strängnäs

3.4.2. Gorsingeholm - Malmby

3.4.3. Malmby - Grundbro

3.4.4. Berga - Åkers styckebruk

3.4.5. Vid Visnaren

3.5. Grundvattentillgångar i åsen Oknön-Stallarholmen-Mariefred (Enköpingsåsen)

3.5.1. Oknön - Aspön

3.5.2. Norra Selaön

3.5.3. Vid Åsa

3.5.4. Stallarholmen - Toresund

3.5.5. Landholmen, Herresta

3.5.6. Kalkudden, Mariefred

*Kartor och
bilagor*

- 4. Grundvattnets kemi**
 - 4.1. Grundvattnets kemi i allmänhet**
 - 4.2. Grundvattnets kemi i Strängnäs kommun**
 - 4.3. Kemiska analyser på grundvattnet i källor och i observationsrör**

- 5. Salt grundvatten**
 - 5.1. Förekomsten av salt grundvatten**
 - 5.2. Åtgärder mot salt grundvatten**

- 6. Grundvattnets sårbarhet**
 - 6.1. Allmänt om grundvattnets sårbarhet**
 - 6.1.1. Grundvattenpåverkan**
 - 6.1.2. Konsekvens- och riskanalys**
 - 6.1.3. Skydd av grundvattnet**
 - 6.2. Kommentarer till Underlagskartan för grundvattenskydd**

- 7. Grundvattenundersökningar i MÅHL- området**
 - 7.1. MÅHL-området**

- 8. Metodbeskrivningar**
 - 8.1. Georadar**
 - 8.2. Seismik**
 - 8.3. Elektriska motståndsmätningar, VES**
 - 8.4. Kriging och variogramanalys**

- 9. Dokumentation av geofysiska mätningar, inventerade brunnar, borrhningar och kemiska analyser**
 - 9.1. Geofysiska mätningar**
 - 9.2. Inventerade brunnar och borrhningar**
 - 9.3. Kemiska analyser av grundvattnen från källor, brunnar och observationsrör**

Kartor och bilagor

10. Dokumentation av digital information

- 10.1. Förteckning över MapInfo-filer - kartan över grundvattentillgångar**
- 10.2. Underlagskartan för grundvattenskydd (sårbarhetskartan) – filer som ej ingår i kartan över grundvattentillgångar**

11. Litteratur, och grundvattenkartor

- 11.1. Allmän litteratur**
- 11.2. SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel**
- 11.3. Ej tryckta utredningar**
- 11.4. Grundvattenkartor**

Kartor och bilagor

1. Sammanfattning

1.1. Utförda arbeten

De arbeten som genomförts i samband med kartläggningen av grundvattentillgångarna i Strängnäs kommun har utförts med delfinansiering av, och i samråd med kommunens Samhällsbyggnadskontor. En viss del av arbetet har också utförts av kommunen. Detta gäller bl.a. avvägningar av brunnar längs åsarna, den ursprungliga insamlingen och arkiveringen av kemiska analyser på brunnsvatten samt lägesbestämning av provtagningsplatserna.

Fig. 1.1.a. visar en principbild av hur det kan se ut på djupet i en grusås. De arbeten som genomförts i detta sammanhang har huvudsakligen syftat till att utreda frågor om grundvattenmagasinens storlek, grundvattnets strömningsriktningar och grundvattendelare. För att utreda sådana frågor är det av största vikt att ta reda på hur berggrundsytan ser ut under sand- och grusmaterialet i åsarna. Höga berglägen innebär små eller inga grundvattenmagasin. Höga berglägen kan också innebära grundvattendelare. Låga berglägen medger stora grundvattenmagasin och så vidare.

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

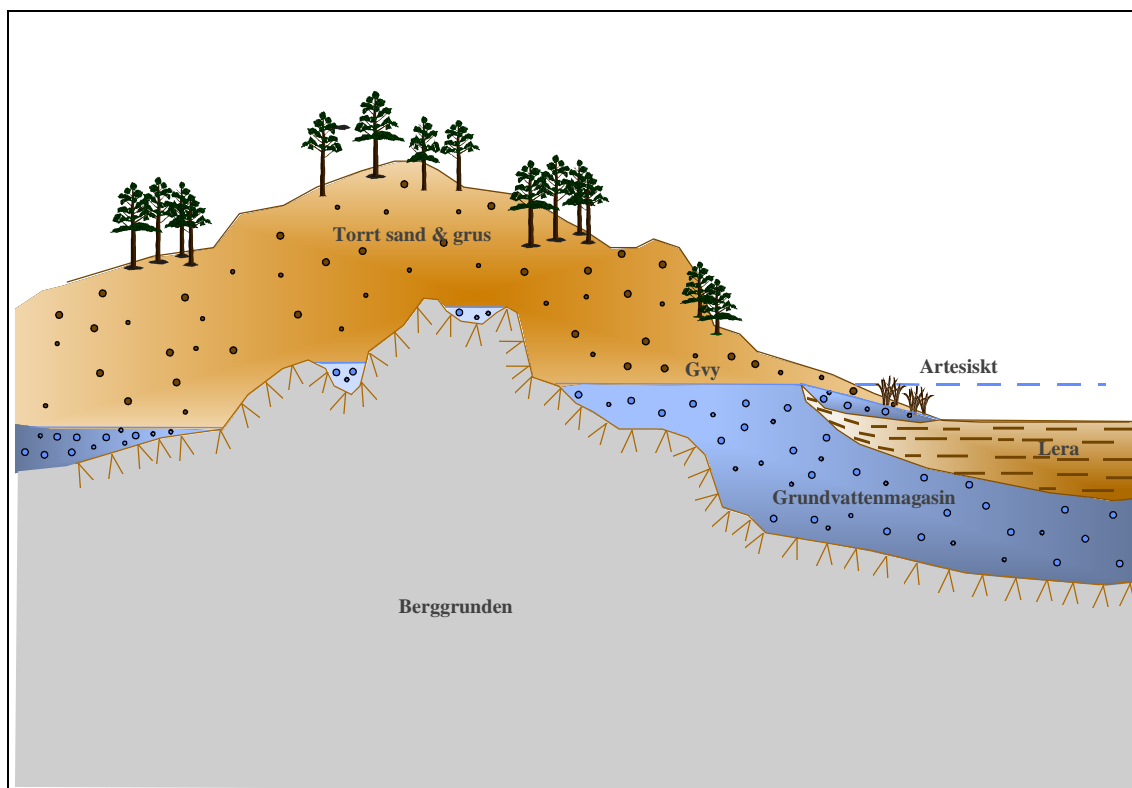


Fig. 1.1.a. Principbild av höga och låga berglägen — stora och små grundvattenmagasin i en grusås. Lägg märke till hållkaren, de små grundvattensamlingarna, där bergläget är som högst.

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

- Genomgång av äldre utredningar och arkivmaterial.
- Inventering av 158 brunnar och äldre observationsrör längs åsarna.
- Inventering av kända källor samt uppletande av ytterligare källor.
- Avvägning av 65 brunnar och observationsrör längs åsarna.
- Georadarmätningar i 54 profiler med en sammanlagd längd av 13 200 m.
- Seismiska mätningar i 20 profiler med en sammanlagd längd av 6 500 m.
- Vertikala elektriska sonderingar (VES) i 8 profiler med en sammanlagd längd av 12 600 m.
- Avvägning av georadar- och seismiska profiler.
- Sonderingsborrningar på 21 platser med en sammanlagd längd av 272 m.
- Provtagning av grundvattnet i 14 observationsrör och brunnar samt i 8 källor för kemisk analys.
- Inlagring i databaser av:
 - brunnodata
 - kemidata, inklusive Miljö- och hälsoskyddskontorets egna
 - georadar- och seismiska data
 - borrhingsdata
 - grundvattennivådata
- Upprättande av kartdatabaser över:
 - grundvattentillgångar i berggrunden
 - grundvattentillgångar i jordlagren
 - större sprickzoner i berggrunden
 - stryknings- och stupningsvärden på berggrundsstrukturer
 - grundvattennivåer
 - grundvattnets strömningsriktningar
 - grundvattendelare
 - källor
- Sammanställning av dessa databaser med LMVs digitala topografiska karta (T5) till en **karta över Grundvattentillgångarna i Strängnäs kommun.**
- Sammanställning av **föreliggande beskrivning.**

Brunns- och källinventeringar har utförts längs alla åssträckningar. De geofysiska mätningarna, sonderingsborrningarna och observationsrördrivningarna har i regel genomförts på ställen som bedömts vara intressanta för utvinning av större grundvattenmängder. Dessa mer omfattande arbeten har även genomförts i nyckelområden för bestämning av lägen för grundvattendelare samt utbredning och mäktighet (berglägesbestämningar) av viktiga grundvattenmagasin.

Grundvattenprover och kemiska analyser på dessa har huvudsakligen tagits i sådana delar av åsarna som i dag 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.

Fördjupade undersökningar av grundvattentillgångarna i MÅHL-området samt i områden vid Grundbro och Kalkudden har påbörjats. Detta berörs i avsnitt 7. Det samma gäller **Underlagskartan för grundvattenskydd** (Karta över grundvattnets sårbarhet), avsnitt 6.

1.2. Resultat och slutsatser

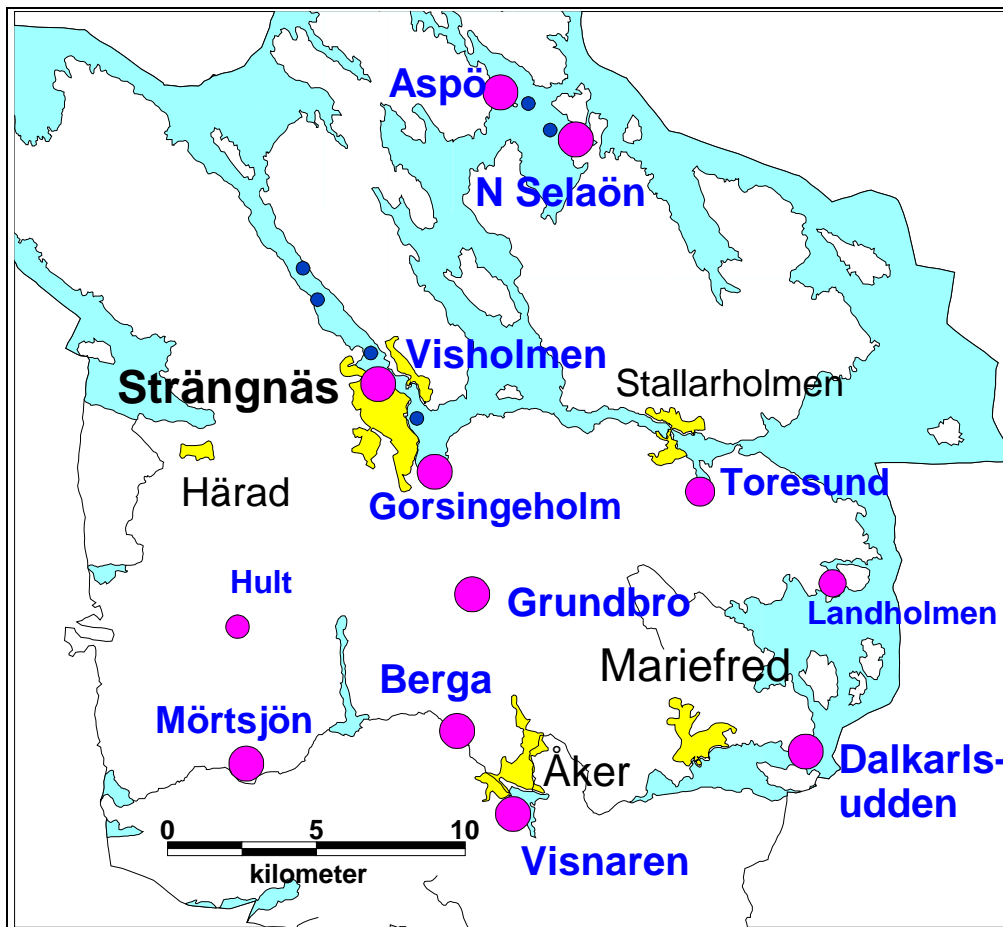


Fig. 1.2.a. Större grundvattentillgångar i Strängnäs kommun.

Kartan fig. 1.2.a. visar lägen för de största grundvattentillgångarna i Strängnäs kommun. Av dessa har alla undersökts inom ramen för SGUs grundvattenkartering utom de vid Visholmen och Gorsingeholm, vilka för närvarande utnyttjas för den kommunala vattenförsörjningen.

Möjligen kan mycket goda förutsättningar för stora grundvattenuttag föreligga på öarna närmast Strängnäs, (mindre markeringar på kartan) – Djäkneholmen, Lill-Strängnäs och Galgholmen, Långnäs samt Husholmen och Sanda holme. Dessa öar har emellertid inte undersökts och för övrigt inte heller öarna Högholmen och Lönnhamn mellan Selaön och Aspön.

På samma sätt som vid Visholmen och Gorsingeholm ligger huvuddelen av de olika grundvattentillgångarnas potential i förutsättningarna för **inducerad infiltration** och **konstjord grundvattenbildning**.

Tillgångarna kan ses som olika alternativ till vattentäkter för framtida behov, alternativ till vissa, befintliga vattentäkter eller som reservvattentäkter.

Några av dessa platser, i första hand Dalkarlsudden, kan komma i fråga som vattentäkt för hela MÅHL-området. (Mariefred–Åkers styckebruk–Hedlandet–Läggesta)

Tabell 1.2.a. anger de olika grundvattentillgångarnas ungefärliga storlek. Den angivna potentialen förutsätter inducerad infiltration och/eller konstgjord grundvattenbildning.

Potentialen är beräknad på en vattenförbrukning av 240 l/person och dygn. Vattenförbrukningen i ett område är emellertid även beroende av industriell förbrukning, allmänna behov, läckage i ledningsnät m.m. I Strängnäs är den totala vattenförbrukningen enligt statistiska uppgifter 408 l/person och dygn (1994).

Hur stor potential grundvattentillgångarna egentligen har kan endast avgöras efter fullskaliga provpumpnings- och provinfiltrationsförsök. Detta gäller såväl kvantitet som kvalitet. Det är också i stor utsträckning en rent teknisk fråga om hur anläggningarna utformas.

En annan viktig fråga, som inte behandlas här, är eventuella motstående intressen på de olika platserna.

Tabell 1.2.a. Tabellen anger ungefärliga värden och med reservation för att platserna inte är tillräckligt undersökta för en helt säker värdering.

<i>Plats</i>	<i>Potential, pers*</i>	<i>Induc. Konstgj.</i>	<i>Avst. till, km</i>	<i>Ledn.dragning</i>
Grundbro	> 10 000	Konstgj. gv	Åker-7,S-näs-6	Befintlig/i lera
Aspö	> 30 000	Induc./konstgj	Strängnäs –15	I vatten
N. Selaön	> 10 000	” ”	” –16	”
Dalkarlsudd.	ca 15 000	Inducerad inf.	Mariefred –3,5	I vatten
Visnaren	ca 7 000	Inducerad inf.	Åker –1,5	I vatten
Berga**	ca 9 000	—	” –2	I lera
Mörtsjön	ca 10 000	Induc./konstgj.	” –12	I mark/vatten
Toresund***	trol.>5 000	”	Stallarh. –2	I vatten
Landholmen	> 10 000	Induc./konstgj.	Mariefred –12	”
Hult	ca 4 000	—	Länna –4	I lera

* Potentialen är räknad på ett vattenbehov av 240 l/pers. och dygn.

** Stor osäkerhet beträffande vattenkvalité. *** d:o beträffande grundvattenmagasinets mäktighet.

Som slutsats kan sägas att:

– **Aspö – Norra Selaön** inklusive de mindre öarna däremellan framstår som det område där de allra största grundvattenmängderna skulle kunna tas ut. Detta område ligger dock förhållandevis långt från mer tätbebyggda områden.

– **Grundbro** har mycket goda förutsättningar för att utgöra vattentäkt/reservvattentäkt för i första hand Åkers styckebruk, eventuellt större delar av MÅHL-området. Grundbro skulle möjligen, alternativt, kunna byggas ut som reservvattentäkt för Strängnäs. Den befintliga vattenledningen kan här

utnyttjas på flera olika sätt vad avser såväl renvatten till förbrukare som Mälaren till infiltrationsbassänger i åsen vid Grundbro.

– **Öarna i närheten av Strängnäs** bör undersökas med avseende på möjligheterna till alternativ vattentäkt eller vattentäkt i reserv för centralorten.

– **Dalkarlsudden** har mycket goda förutsättningar för vattentäkt till Mariefred och andra delar av MÅHL-området.

– **Toresund**, Kyrkviken, är visserligen inte närmare undersökt, men sannolikt finns här förutsättningar för reservvattentäkt till Stallarholmen.

– Åsen vid **Visnaren** skulle troligen kunna förse Åkers styckebruk med vatten.

– Om vattenkvalitén i åsen vid **Berga** har förändrats och blivit tillräckligt bra, skulle man här ha tillräcklig vattenmängd för Åkers styckebruk.

En bedömning av grundvattentillgångar och uttagsmöjligheter i berggrunden har gjorts baserad på berggrundens uppbyggnad och skiffrihet samt förekomsten av potentiellt vattenförande sprickzoner. Kapacitetsdata från bergborrade brunnar i SGUs brunnsarkiv har använts för att påvisa områden i kommunen med olika möjligheter till uttag av grundvatten i berggrunden.

Digital lagring, statistisk behandling och utplottning av kemiska data från Miljö- och hälsoskyddskontoret har visat variationer i vattenkvalité i olika delar av kommunen. Exempelvis kan följande nämnas.

- Grundvattnets salthalt är högst i de låglänta områdena nära Mälaren, och är lokalt allt för höga.
- I områdena kring Mälaren är även sulfathalterna högre, men är mer sällan för höga.
- I vissa områden är fluoridhalterna något för höga. Vattnet bör där restriktivt ges till mycket små barn. Områden med otjänliga halter har dock inte framkommit.

Vid kartläggningen av grundvattenförhållandena i Strängnäs kommun har grundvattentillgångar av både kommunal och lokal betydelse påvisats – kanske också regional. Det är därför av stor vikt att framtida nyttjande och skydd av grundvattentillgångarna beaktas i kommunens översiktsplanering.

2. Foton från undersökningarna.



Fig. 2.a. Fältarbetena med undersökning av grundvattenförhållandena inleds med brunnsinventering och källinventering. Här mäts temperatur och grundvattennivå i en brunn, som ursprungligen var en fritt flödande källa. Ca 500 m norr om Strängnäs flygplats. Foto C.F. Müllern 1994.

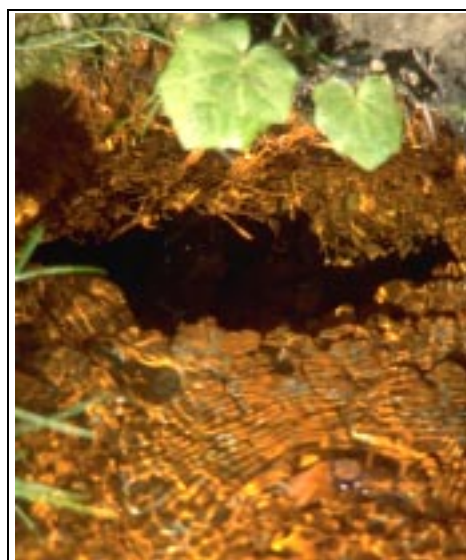


Fig. 2.b. Vattnet på dessa bilder väller upp i en grupp källor flera hundra meter öster om Byringeåsen vid Hult. Grundvattnet är delvis järnhaltigt, vilket resulterar i brun-röd utfällning (t.h.). Foto C.F. Müllern 1995.



Fig. 2.c. Strängnäsåsen är hög och bred mellan Malmby och Grundbro. Den består också till stor del av grova och mycket genomsläppliga jordarter, med på vissa platser goda möjligheter till grundvattenuttag, som kan utökas med konstgjord grundvattenbildning. Foto C.F. Müllern 1995.



Fig. 2.d. Från georadarmätningarna mellan Malmby och Grundbro. Här reser sig åsen högt över omgivningen. Detta sammanhänger med att den underliggande bergytan också ligger förhållandevis högt. Så högt att den ”sticker upp ovanför grundvattentan”. Här är finns inget större grundvattenmagasin, men grundvattenbildningen är betydande. De största grundvattenmagasinen finns vid Grundbro och norr om Malmby. Jfr fig. 1.1.a. Foto C.F. Müllern 1995.



Fig. 2.e. Seismiska mätningar på Lida gårde. Bilden visar en detonation. Tryckvågen registreras av mätinstrument i bilen. Sand- och gruslagren under leran visade sig i detta område vara förhållandevis tunna. Möjligherna till grundvattenuttag torde vara någon enstaka liter per sekund. Foto C.F. Müllern 1994.



*Fig. 2.f. Undersökning med borrhandsvagn av de övre, leriga jordlagren.
Foto C.F. Müllern 1995.*



Fig. 2.g. Provtagning av sand- och gruslagren för kornstorleksanalys, samt provtagning av vattnet för preliminär kemisk analys. Foto C.F. Müllern 1995.



Fig. 2.h. Provpumpning med omsättning av ca 2 000 l vatten före provtagning för kemisk analys. Intill badplatsen vid västra stranden av Visnaren. Foto C.F. Müllern 1994.

3. Grundvattentillgångar

3.1. Allmänna förutsättningar

3.1.1. 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 magasinerna under kort tid.

När nederbördsvatten infiltrerats 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 perkolations. Djupare ner i marken, i den mättade zonen, fyller enbart vatten porerna och sprickorna. Det är det vattnet som kallas grundvatten.

Strömningen ned till grundvattenytan kan ta allt ifrån mindre än en timme till flera år. I sand och grus och stora sprickor 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, d.v.s. de ändrar läge om vatten förs till eller tas bort från magasinerna. Från vattendelarna strömmar grundvattnet åt motsatta håll. Akviferer och magasin kan också finnas ovanpå varandra, skilda åt av täta eller svärgenomträngliga 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 föreningar och innehåller ämnen som lösts ut ur marken och som är nyttiga för människor, djur och växter. Från borrhåll 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 sand- och grusavlagringar som bildades under avsmältningen av den senaste inlandsisen.

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

Grundvatten har många användningsområden. Några sådana är:

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

3.1.2. Vattnets kretslopp

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

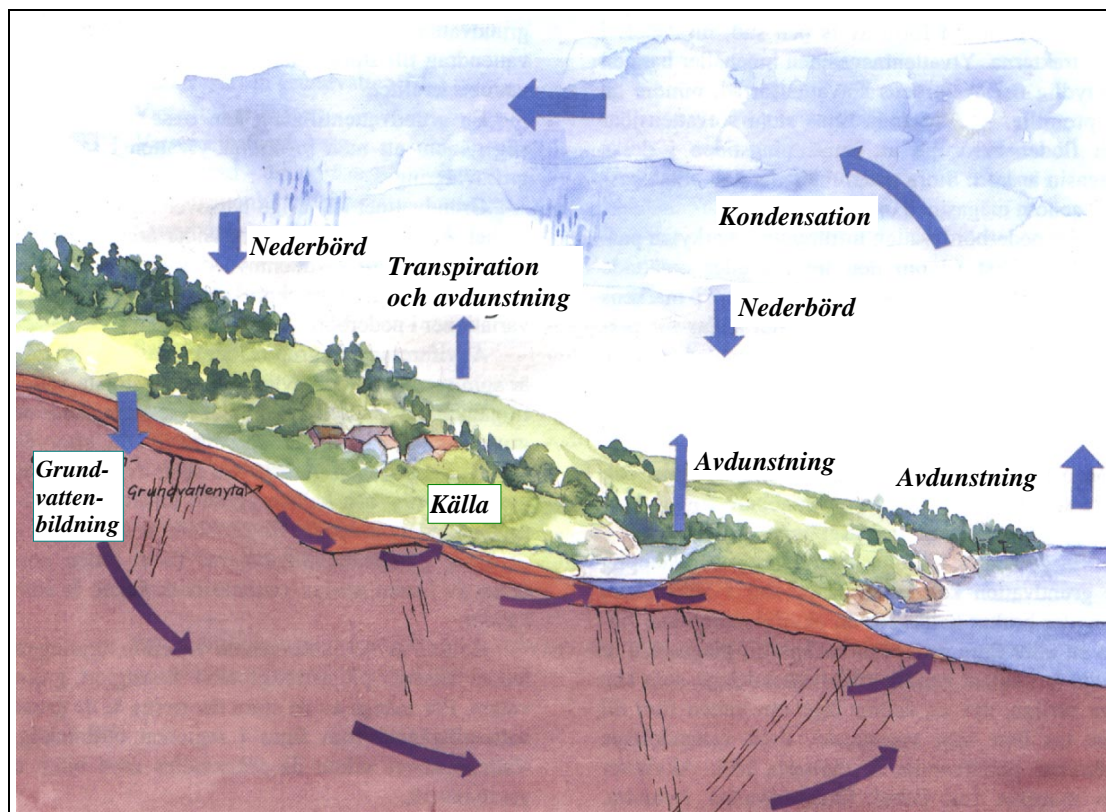


Fig. 3.1.2.a. Vattnets kretslopp. Grundvattnet rinner ut huvudsakligen i botten på bäckar, åar och sjöar samt i källor.

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

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

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

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

3.1.3. Grundvattnet i och intill en grusås

Bilden, fig. 3.1.3.a., 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 ligger under högsta kustlinjen, d.v.s. landet har någon gång efter den senaste nedisningen varit täckt av hav, så som fallet är för hela Strängnäs kommun. 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 lerområdet 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.

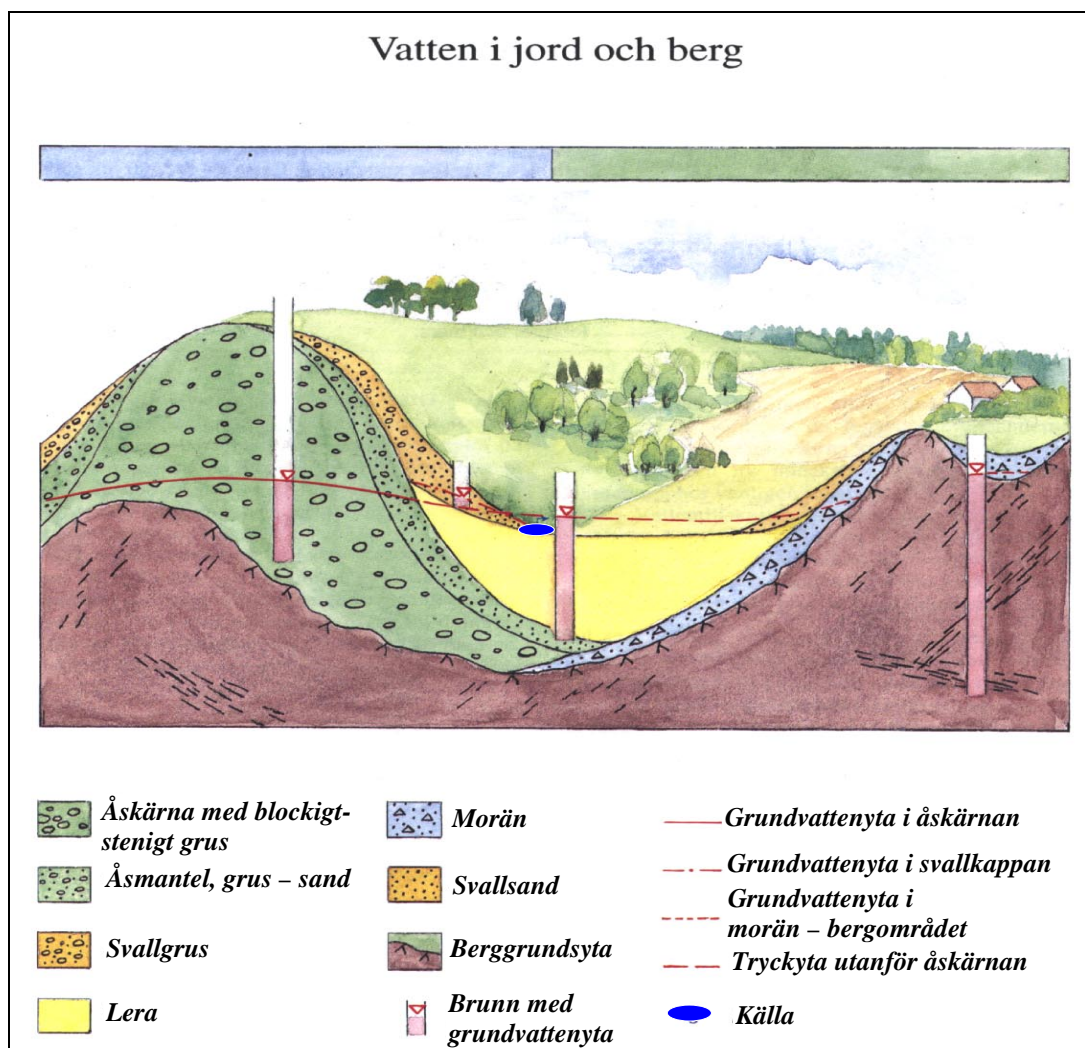


Fig. 3.1.3.a. Principbild på hur grundvattnet uppträder i och intill en grusas. (Färgmarkeringen överst i bild visar hur detta redovisas på kartan över "Grundvattentillgångar i Strängnäs kommun". Blått – tillgångar i jord, grönt – i berg.)

3.1.4. 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 regnräkaste 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, d.v.s. den som bidrar till grundvattenbildningen.

3.1.5. Grundvattennivåer

Grundvattenytans nivå förändras under året beroende på hur och när nybildningen av grundvatten sker. Variationsmönstret är olika för skilda områden i landet, och det är heller inte riktigt likadant från år till år. Se fig. 3.1.6.a.

Variationsmönstret i Strängnästrakten framgår av fig. 3.1.5.a – d., som visar förhållandena i den mest närbelägna mätstationen i SGUs grundvattennät. Denna station ligger vid Kjula mellan Strängnäs och Eskilstuna.

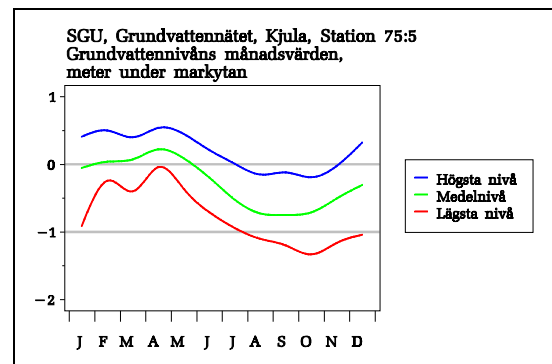
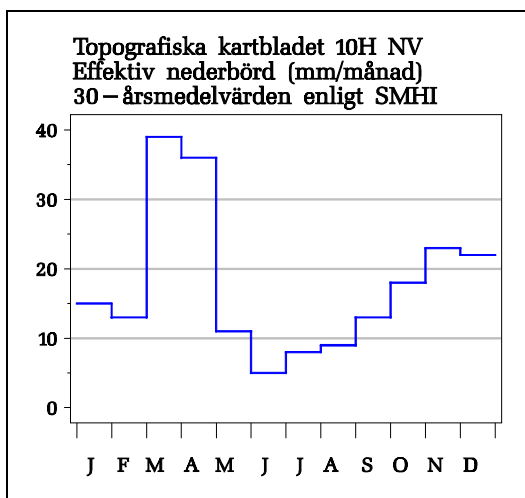


Fig.3.1.5.b. Grundvattennivåns månadsvärden, meter under markytan.

Fig.3.1.5.a. Effektiv nederbörd (mm/månad) 30 - års medelvärden enl. SMHI.

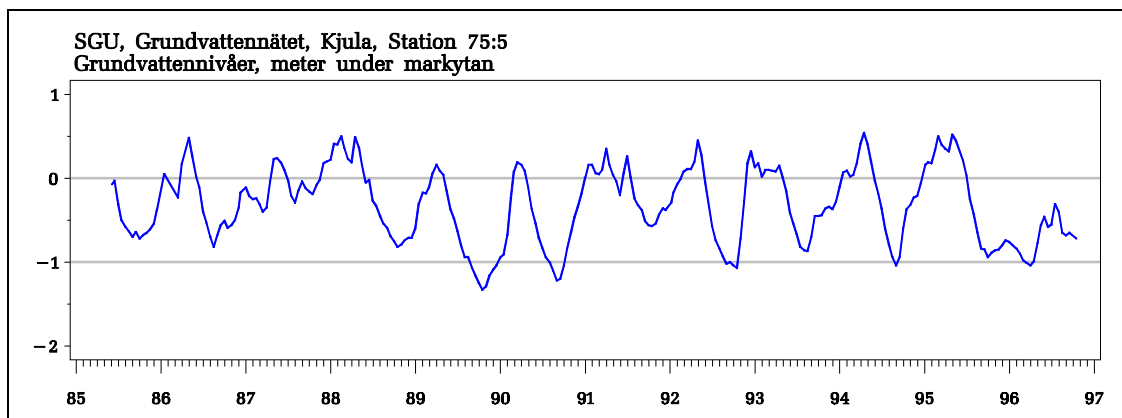


Fig. 3.1.5.c. Grundvattennivåer, meter under markytan.

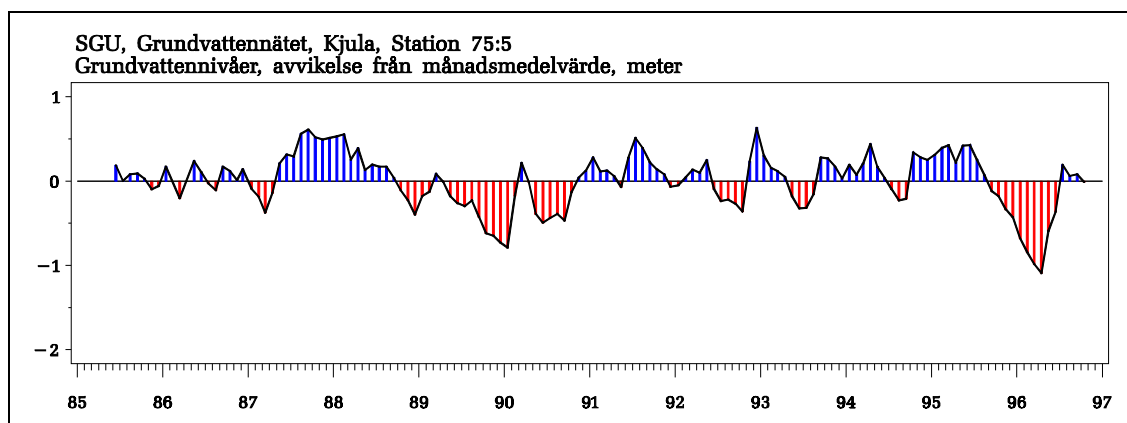


Fig. 3.1.5.d. Grundvattennivåer, avvikelse från månadsmedelvärden, meter.

I figurerna 3.1.5.a – d. redovisas information från en av stationerna i SGUs grundvattennät (Kjula, station 75:5) samt beräknad effektiv nederbörd (nederbörd minus avdunstning) enligt SMHI för området som motsvarar kartbladet 10H NV. Stationen visar nivåvariationer i ett litet magasin i grus. De översta figurerna visar månadsmedelvärden för effektiv nederbörd för perioden 1961 – 1990 samt grundvattennivåns månadsvisa min- medel- och maxvärden för perioden 1986 – 1995. Grundvattennivån är normalt lägst under augusti-oktober som ett resultat av den relativt låga grundvattenbildningen under sommaren. Stor effektiv nederbörd under mars-april återspeglas i årets högsta medelnivå under april. I de två understa figurerna redovisas uppmätt grundvattennivå respektive grundvattennivåns avvikelse från månadsmedelvärdet. Mycket låga nivåer uppmättes under 1989 och 1996.

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

3.1.6. Årstidsvariationer

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

Regimerna kan utläsas i kurvor över grundvattennivån i olika landsändar. I figuren nedan har fyra av SGUs mätstationer valts ut som exempel på de fyra huvudmönster som finns i Sverige.

Regimer, grundvattennivåer

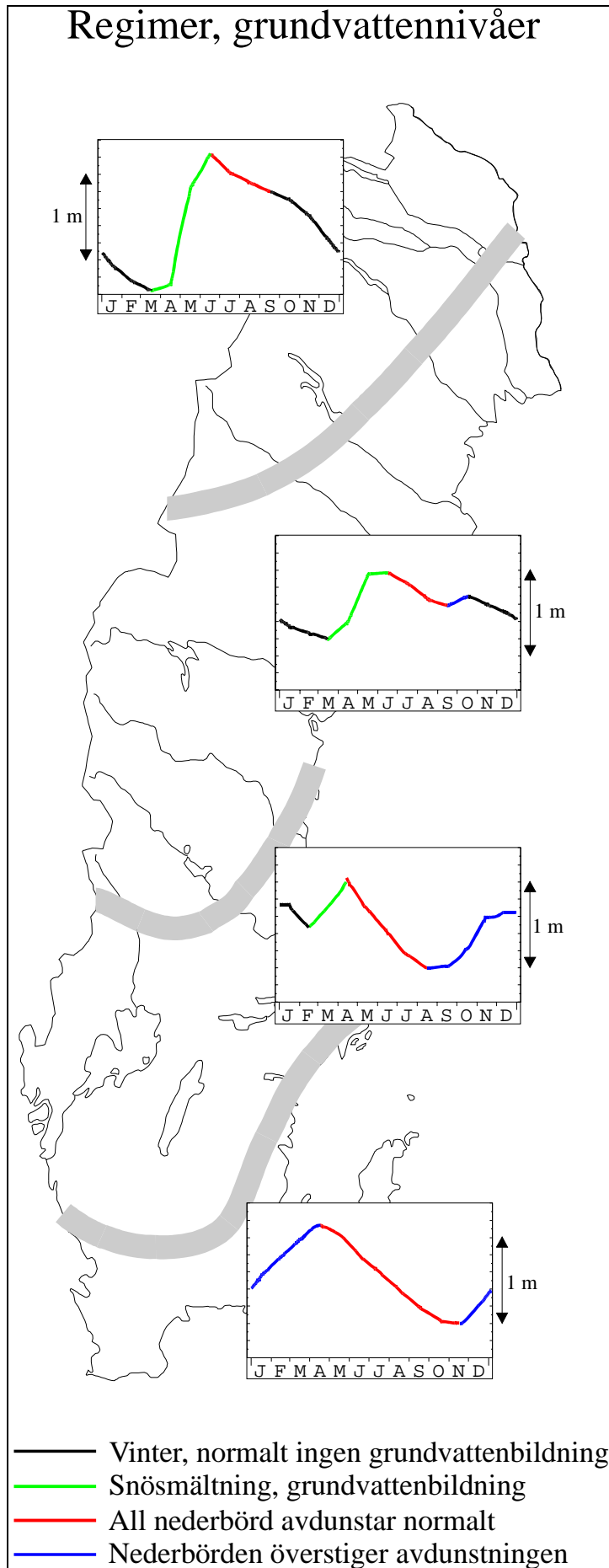


Fig. 3.1.6.a. Grundvattenregimer i Sverige.

Arjeplog

Den huvudsakliga grundvattenbildningen i norra Sveriges inland sker i samband med snösmältningen på sensvåren. Grundvattennivåerna stiger snabbt och når sitt maximum på försommaren. Sedan kommer vanligen inget tillskott till 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.

3.1.7. Dricksvatten

Vatten är ett av våra viktigaste livsmedel. Därför är det angeläget att det är av god kvalitet. Statens livsmedelsverk lämnar föreskrifter och allmänna råd om dricksvatten i sin kungörelse, SLV FS 1993:35. Den gäller egentligen bara för allmänna anläggningar och inte för enskilda brunnar men är en bra vägledning också för dem som har egen vattenförsörjning. Vatten till djur omfattas inte heller av kungörelsen men regleras i lagen om foder och i djurskyddslagen. Den som har egen brunn har möjlighet att mot avgift få vattenkvaliteten undersökt.

Det vatten som pumpas upp ur en vattentäkt kallas för råvatten, medan dricksvatten är det som efter eventuell beredning används i hushållen eller som används vid produktion eller annan hantering av livsmedel. Grundvattnet i Sverige är på många håll så bra att det kan användas utan beredning.

Ett bra vatten skall vara fritt från mikroorganismer, ha en temperatur på 12 grader eller lägre och vara klart och färglöst och lukt- och smakfritt.

pH-värdet bör vara mellan 7,5 och 9 vid tappstället. Problem kan annars uppstå med vattnets smak och med korrosion eller utfällningar på ledningar och installationer. Lågt pH kan medföra ökade metallhalter i vattnet.

Vattnets hårdhet uttrycks i "tyska grader", °dH, eller som vattnets kalciuminnehåll. dH-värdet bör inte vara högre än 15. Problem som kan uppstå vid höga värden är utfällning av kalcium- och magnesiumföreningar, som ger avlagringar i ledningsrör och kokkärl. Textilier kan också skadas vid tvätt i hårt vatten.

Några av de ämnen som brukar undersökas vid vattenanalys och de halter av dem som vattnet högst får ha för att betraktas som åtminstone "tjänligt med anmärkning" vid allmän vattenförsörjning följer på nästa sida. Vid enskild vattenförsörjning är kraven ofta inte så stränga.

Kvalitetsgränserna är av olika slag. Ett tekniskt gränsvärde (t) betyder att skador på anläggningar kan ske om värdet överskrids (eller, i fråga om alkalinitet, underskrids), och ett hälsomässigt (h) att högre halter kan vara skadliga för människor. Estetisk bedömningsgrund (e) innebär att högre halter inte är farliga men kan ge t ex obehaglig smak eller lukt. Även om en gräns anges vara enbart teknisk eller estetisk kan ämnet vara hälsovådligt vid högre halt. Gränsvärdena avser vatten vid tappställe efter en stunds spolning.

Livsmedelsverkets gränsvärden visas i tabellen nedan.

Tabell 3.1.7.a. SLVs gränsvärden för dricksvatten (Tjänligt med anmärkning).
A-vatten = kommunalt vatten eller vatten med kommunal tillsyn.
E-vatten = vatten från enskild vattentäkt. För en fullständig redogörelse hänvisas till SLV FS 1993:35.

Parameter	Enhet	A-vatten	E-vatten
pH		7,5 (t)	
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	30 (t)	
Total hårdhet	°dH	15 (t)	15 (t)
Kalcium, Ca	mg/l	100 (t)	
Magnesium, Mg	mg/l	30 (e)	30 (e)
Natrium, Na	mg/l	100 (t)	100 (t)
Kalium, K	mg/l	12 (t)	12 (t)
Järn, Fe	mg/l	0,20 (e, t)	0,50 (e, t)
Mangan, Mn	mg/l	0,05 (e, t)	0,30 (e, t)
Aluminium, Al	mg/l	0,10 (t)	0,50 (t)
Koppar, Cu	mg/l	0,20 (e, t)	0,20 (e, t)
Ammonium-kväve, NO ₄ -N	mg/l N	0,4 (t)	0,4 (t)
Nitrat-kväve, NO ₃ -N	mg/l N	5 (t)	5 (t)
Nitrit-kväve, NO ₂ -N	mg/l N	0,005 (t)	0,005 (t)
Fosfat-fosfor, PO ₄ -P	mg/l P	0,20 (t)	0,20 (t)
Fluorid, F	mg/l	1,3 (h) ¹	1,3 (h) ¹
Klorid, Cl	mg/l	100 (t)	100 (t)
Sulfat, SO ₄	mg/l	100 (t)	100 (t)
Klor, Cl ₂	mg/l	0,4 (e)	0,4 (e)
Fenoler	mg/l	0,010 (t)	0,010 (t)
Svavelväte		Tydlig lukt (e)	Tydlig lukt (e)
Arsenik, As	mg/l	0,010 (h)	0,010 (t)
Bly, Pb	mg/l	0,01 (h) ²	0,01 (h) ²
Cyanid, CN	mg/l	0,05 (h) ²	0,05 (h) ²
Kadmium, Cd	mg/l	0,001 (h)	0,001 (h)
Krom, Cr	mg/l	0,050 (h) ²	0,050 (h) ²
Kvicksilver, Hg	mg/l	0,001 (h) ²	0,001 (h) ²
Zink, Zn	mg/l	0,3 (t)	0,3 (t)
Bekämpningsmedel		Påvisad halt (h)	Påvisad halt (h)

¹Gäller barn under 6 månaders ålder
²Otjänligt

3.1.8. 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 fig. 3.1.8.a.

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.

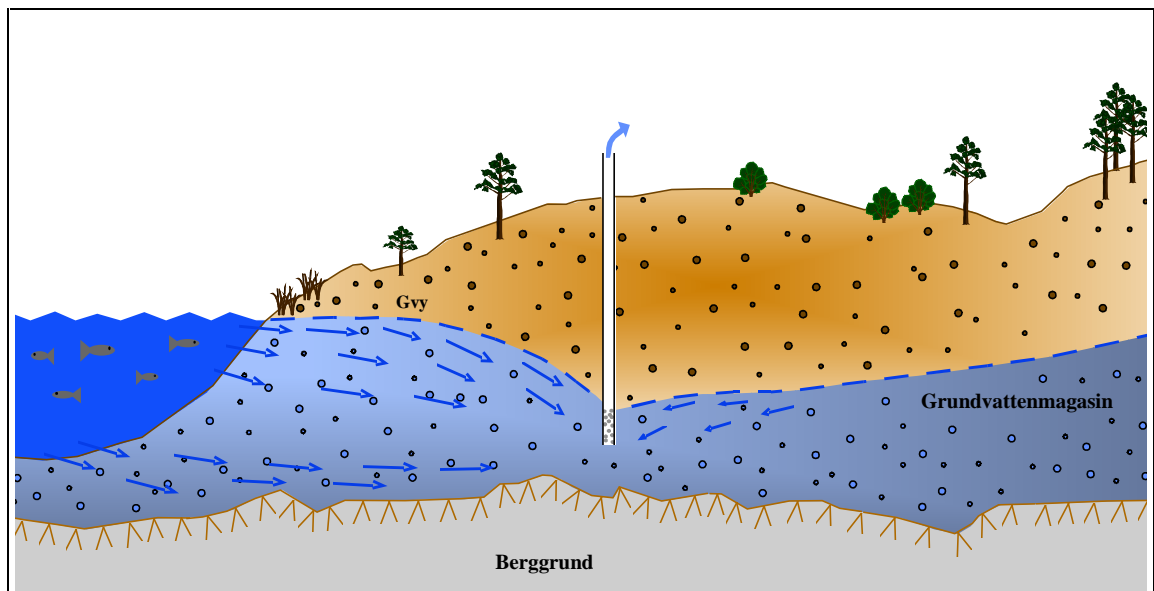


Fig. 3.1.8.a. Principbild på inducerad infiltration. Genom pumpning i brunnen sänks grundvattenytan under sjöns nivå. Därigenom kan sjövattnet infiltrera genom sjöbotten. Vid passagen genom sand- och gruslagren renas sjövattnet.

Förutsättningar för inducerad infiltration föreligger på många ställen i Strängnäs kommun. På dessa ställen har strandlinjen markerats med en kraftig, tandad linje. Där åsstråken är belägna helt i vatten, och endast delvis sticker upp ovanför vattenytan i form av öar, har markeringen inte använts för att kartbilden inte skall bli svårläst.

3.1.9. 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.

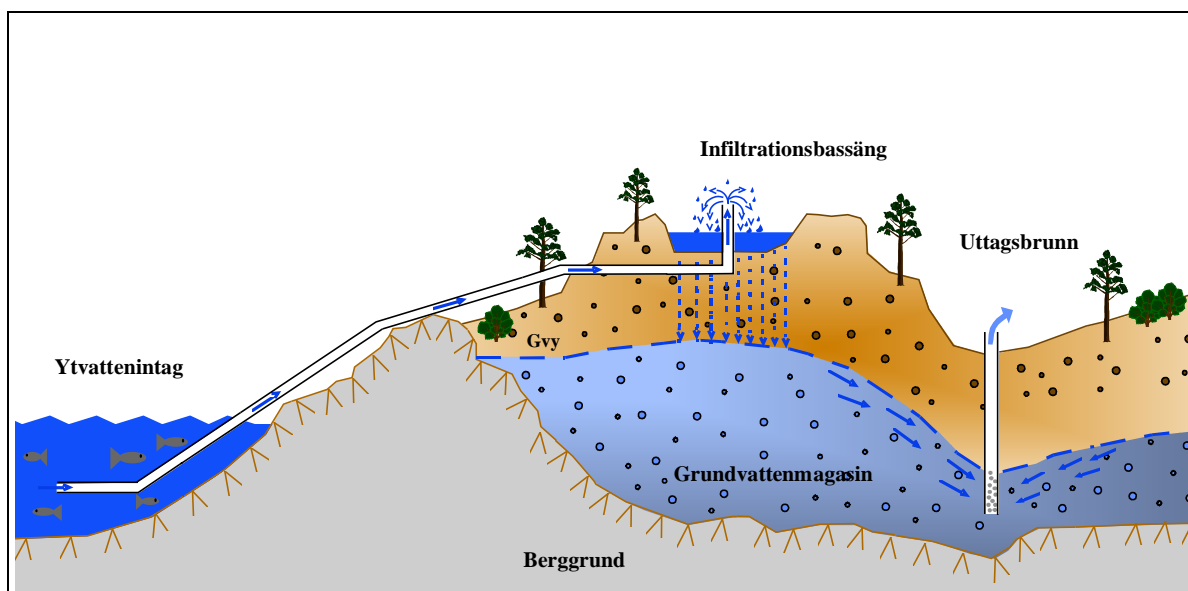


Fig. 3.1.9.a. Principbild på konstgjord grundvattenbildning. Sjövattnet leds till infiltrationsbassänger i en sand- och grusavlagring där den naturliga grundvattenbildningen inte är tillräcklig. Vid passage genom den omöttade zonen renas vattnet.

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 det sand- och gruslagren ha en relativt homogen sammansättning och vara tillräckligt genomsläppligt för att tillåta en infiltration av mellan 2 och 5 m³/m² och dygn.
- Den omöttade zonens mäktighet under naturliga förhållanden bör vara minst 3 – 5 m mäktig.

- 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 entydigt att huvuddelen av det infiltrerade vattnet kan utvinnas.
- För att säkerställa jämn och god grundvattenkvalité 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 fig. 3.1.9.a visar med den skillnaden att råvattnet kommer från en grundvattenbrunn i stället för från en sjö.

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

3.2. Översiktlig beskrivning av grundvattentillgångarna i Strängnäs kommun

3.2.1. Grundvatten i jordlagren

Inom Strängnäs kommun finns de största grundvattentillgångarna i de stora isälvsavlagringarna, grusåsarna. Från väster mot öster har de följande lokalnamn:

1. **Helgaröåsen**, som berör kommunen i nordväst och som har sin fortsättning i Barvaåsen. Detta är den minsta av åsarna och torde inte ha någon större betydelse för den kommunala vattenförsörjningen annat än lokalt vid Helgarö.

2. **Byringeåsen**, som sträcker sig från Söderfjärden vid Eksåg till Magsjön söder om Länna bruk. Åsen ligger något avsides i förhållande till bebyggelsecentra. Förhållandevis stora grundvattentillgångar med goda uttagsmöjligheter föreligger emellertid vid Mörtsjön.

3. **Lännaåsen** som kan följas från Stadsskogen till ca 1 km nordöst om Magsjön. Denna ås är förhållandevis liten, vilket ofta betyder att jordarterna har låg sorteringsgrad med åtföljande mestadels dåliga uttagsmöjligheter.

4. **Strängnäsåsen**, som i huvudsak sträcker sig genom kommunen från Sanda i norr till höjdområdena väster om Marvikarna i söder. Strängnäsåsen är den näst längsta åsen. Den kan med vissa avbrott följas vidare söderut till Trosa, där den sannolikt har en fortsättning ute i Östersjön.

Detta är naturligtvis den viktigaste åsen från vattenförsörjningssynpunkt. De stora grundvattenuttagen i de kommunala brunnarna vid Visholmen är möjliga endast genom den inducerade infiltration av vatten från Mälaren, som uppstår vid avsänkningen av grundvattennivån i brunnarna så att Mälärvatten strömmar till. I denna process renas sjövattnet naturligt vid passage genom sand- och gruslagren.

Längs Strängnäsåsen förekommer även andra viktiga områden där grundvattentillgångarna är betydande. Det är vid:

- *Gorsingeholm* där grundvattnet (förstärkt med konstgjord grundvattenbildning genom infiltration av Mälärvatten i infiltrationsdammar) utnyttjas för vattenförsörjning till flera av industrierna i Storängens industriområde.

- *Grundbro* där föreliggande undersökningresultat hittills visat att förutsättningarna för vattenförsörjning av delar av MÅHL-området, alternativt vattenförsörjning i reserv för centralorten, får bedömas vara mycket goda.

- *Berga* där undersökningar som genomfördes på 1970-talet pekade på att mängden grundvatten för vattenförsörjningen av Åkers Styckebruk var tillräcklig (storleksordningen 25 l/s). De kemiska analyserna på grundvattnet visade emellertid en kvalitet, som inte var tillfredsställande p.g.a. för höga nitrathalter (10 – 20 mg/l NO₃). Preliminära kemiska analyser genomförda på vattenprov tagna ur observationsrör nu, ca 20 år senare, pekar mot att grundvattenkvaliteten kan ha förbättrats.

Detta skulle i så fall kunna bero på att markanvändningen i området har förändrats (nedlagd boskapsskötsel).

– *Visnarens västra strand* där förutsättningar för grundvattenuttag av storleksordningen 20 l/s bedöms föreligga.

5. **Selaöåsen**, som är en del av Enköpingsåsen och som sträcker sig från Oknön i norr till Härnön öster om Mariefred i söder. Denna ås har en fortsättning söder ut till Himmerfjärden söder om Södertälje. Mot norr sträcker den sig ända upp mot Kila-fors söder om Bollnäs.

De delar av denna ås som genom föreliggande undersökningar visat sig mest intressanta är vid:

- *Näsudden* på Aspö
- *Selaöns nordspets*
- *Landholmen* söder om Herresta
- *Dalkarlsudden* vid Kalkudden

Möjligtvis även *norr om Toresunds kyrka*, men detta område är inte närmare undersökt.

6. **Övriga isälvsavlagringar.** Den största av dessa är en ås, som med flera avbrott kan följas från Vaxängsfjärden i norr till strax söder om Marietorp. Till en början gjordes den bedömningen att åsen skulle kunna ha en betydande grundvattenföring under lerorna öster och söder om Lida, vid Åker. Seismiska mätningar och sonderingsborrningar visade emellertid att så inte var fallet.

Möjligen skulle grundvattenmängder av viss betydelse kunna utvinnas ur de relativt små isälvsavlagringarna vid Edeby och Säby på Tosterön - Aspön.

Övriga sand- och grusförekomster som uppträder i kommunen bedöms inte innehålla några mer betydande grundvattentillgångar. Framför allt torde de stora sand- och grusförekomsterna i höjdområdena väster om Marvikarna och i höjdområdet norr om Magsjön utgöras av förhållandevis grunda och i stor utsträckning torra svallavlagringar. Tillräckliga grundvattenmängder för enskild förbrukning torde dock kunna påträffas på många håll.

Många områden är betecknade som ”Sammanhängande områden med mäktig lera. Vattenförande sand- och gruslager kan förekomma i och under leran.” I sådana områden är det förhållandevis vanligt att det under leran förekommer något så när väl-sorterade sand-, grus- eller luckra moränlager. Dessa kan ha en mäktighet av några decimeter till några meter och kan ge förhållandevis mycket vatten, upp till några liter per sekund, d.v.s. kanske 5 000 – 10 000 liter per timme.

3.2.2. Grundvatten i berggrunden

Berggrunden inom Strängnäs kommun utgörs av kristallint urberg. Bergarterna är gnejser av varierande slag. Gnejsomvandlade graniter s.k. urgraniter dominerar.

Större områden upptas också av ådergnejsomvandlade bergarter av sedimentärt ursprung. Från Göksjön, söder om Åkers Styckebruk, till Magsjön samt norr om Öknasjön förekommer 1 – 2 km breda stråk med omvandlade vulkaniska bergarter. I dessa finns skikt med kristallin kalksten (marmor) inlagrade t.ex. vid Kalkbro, söder och norr om Magsjön samt vid Öknasjön. Yngre granit, s.k. Stockholmsgranit förekommer huvudsakligen i två större områden; det ena i området Mariefred – Åkers Styckebruk – Grundbro – Hista och det andra i området Ytterselö – Janslunda – Mälsåker. För övrigt uppträder mindre områden med grönsten på ett flertal platser i kommunen. För närmare information hänvisas till berggrundskartorna SGU Serie Af nr 142, 144 och 145 i skala 1 : 50 000.

Bergarterna intar generellt en nordost – sydvästlig strykningsriktning, d.v.s. strukturen – förskiffringsplanen – i berggrunden och bergartsgränserna är företrädesvis riktade i nordost – sydväst. I sydvästra delen av kommunen dominerar dock öst – västliga riktningar.

Förskiffringsplanens stupningsvinkel, deras lutning från horisontalplanet, varierar från område till område. Stupningen är oftast mycket brant, på många håll nära 90 grader. I vissa områden är stupningen emellertid flackare – 50 grader eller mindre t.ex. i trakten kring Bråtorpssjön och i området väster om Malmby.

Förskiffringsplanens stupningsvinkel har ganska stor betydelse för grundvattentillgången vid brunnsborring 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 förskiffringsplanen. Bergarten är lätt klyvbar längs förskiffringsplan, men inte lika lätt i andra riktningar. (Jämför med ådringen i trä!) Då de flesta brunnar borrar 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. *Förskiffringsplanens stryknings- och stupningsvinklar framgår med en särskild beteckning på grundvattenkartan.* Detta kan vara viktigt att ta hänsyn till i områden med små grundvattentillgångar, t.ex. där tillgängligt markområde inte inrymmer några egentliga sprickzoner – d.v.s. de flesta villa- och sommarstugedomter.

Vad beträffar möjligheterna att få vatten vid brunnsborring i berg, kan man rent allmänt säga att dessa bergarter i genomsnitt ger något mindre vattenmängder än vad som är vanligt i svenskt urberg. Den genomsnittliga (median) kapaciteten av bergbore brunnar i kommunen är 540 l/tim, och genomsnittsbrunnen är 70 m djup. För övrigt finns SGUs brunnsdata i MapInfo-skiktet ”Bark 486” som ingår i databaserna till kartan över ”Grundvattentillgångar i Strängnäs kommun”.

Kartbilden (huvudkartans bild) över variationerna i möjligheter till uttag av grundvatten i berggrunden är framtagen med data ur "Bark 486" med hjälp av statistiska bearbetningar med "variogramsanalys" och "Kriging". Dessa metoder beskrivs i kapitel 8. *Metodbeskrivning*.

Vill man söka mer vatten genom borrhning i berg än detta genomsnittsvärde, 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.

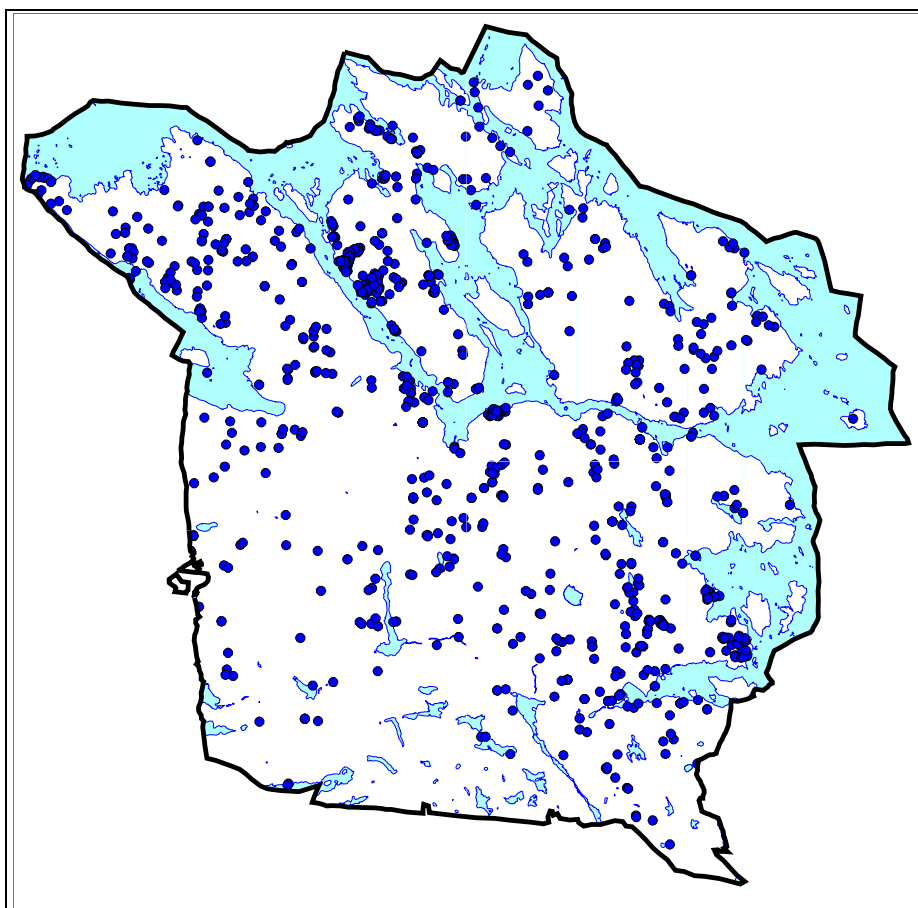
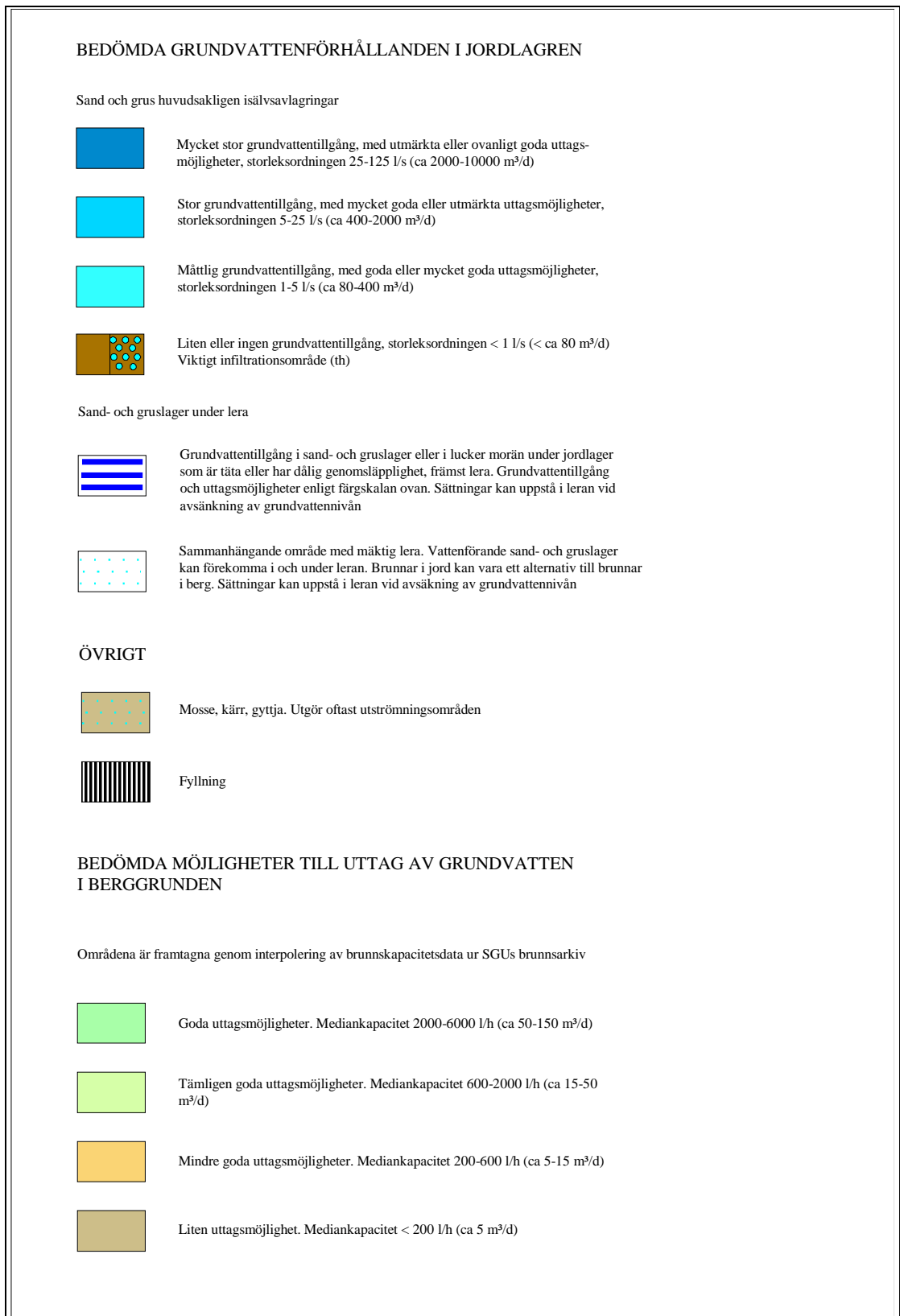























Fig. 3.2.2.a. 940 brunnar i Strängnäs kommun registrerade i SGUs brunnarsarkiv. Kapaciteten i dessa har utgjort underlag för kartbilden över grundvattentillgångarna i berggrunden. (Gröna och ljusbruna områden på huvudkartan.)

3.2.3. Teckenförklaring till kartorna



ÖVRIGA BETECKNINGAR

	Fast grundvattendelare
	Rörlig grundvattendelare
	Grundvattnets huvudrörelseriktning där säker uppgift finns
	Grundvattnets trycknivå i m ö h (Under november månad 1995)
	Strandlinje där uttagsmöjligheterna i angränsande isälvsavlagring är större p.g.a. inducering
	Källa med flödesriktning, vanligen med ett flöde av > 1 l/s
	Större sprickzon, indikation, troligen med bättre möjlighet till grundvattenuttag än omgivande berggrund
	Förkastning, nedsänkning på den taggade sidan
	Skiffriighet med stupning 0-10 grader (vänster) respektive 11-50 grader (höger)
	Skiffriighet med stupning 51-80 grader (vänster) respektive 81-90 grader (höger)
	Område för grustäkt
	Observationsrör för mätning av grundvattennivå
	Enskild brunn för mätning av grundvattennivå
	Slukhål
	Kommunal grundvattentäkt i jord med en eller flera produktionsbrunnar
	Kommunal grundvattentäkt, i reserv
	Kommunal ytvattentäkt
	Enskild grundvattentäkt i jord (vänster) eller berg (höger), förordnad
	Enskild ytvattentäkt, förordnad
	Anläggning för konstgjord grundvattenbildning
	Enskild brunn i jord (vänster) eller berg (höger) med kapacitet > 6000 l/h (> ca 150 m ³ /d)

3.3. Grundvattentillgångar i Byringeåsen

3.3.1. Norr om Länna bruk

Omedelbart norr om Noaks skepp förekommer en grundvattendelare, som av allt att döma är rörlig. Detta innebär att den kan förflyttas mot norr eller mot söder om större grundvattenuttag skulle göras i detta åsavsnitt.

Åsens läge i terrängen och närhet till större hållområden innebär att man hade kunnat förvänta sig att grundvattendelaren var betingad av höga berglägen och således inte rörlig utan fast. I de genomförda georadarmätningarna och i de neddrivna observationsrören har emellertid grundvattenytan kunnat följas över grundvattendelaren. Detta är skälet till att den får anses vara rörlig.

Den största källan är Hults källa, som flödar med 10 – 15 l/s. Se foton fig. 2.b. Denna källa utgör lågpunkten i åsens primära grundvattensystem norr om grundvattendelaren. Vallmo källa och källan intill grundvattendelaren avvattnar övre, sekundära och betydligt mindre grundvattenförekomster i svallavlagringar. Den senare källan t.ex. avvattnar ett mindre grundvattenmagasin beläget ovanför 45 m ö.h. medan överytan av det egentliga grundvattenmagasinet i åsen på detta ställe ligger ca 4 m lägre.

Vatten från Hults källa har provtagits för kemisk analys och resultatet redovisas i analystabellerna kapitel 9.3. Där framgår att vattnet är av bra kvalitet, men att järnhalten är något hög.

Det observationsrör som placerats i botten på grusgropen söder om Noaks skepp är inte längre tillgängligt sedan det övertäckts i samband med en efterbehandling av grusgropen.

De gula linjerna norr om grundvattendelaren visar lägen för georadarprofiler. I övrigt hänvisas till teckenförklaringen, avsnitt 3.2.3., eller den på huvudkartan.

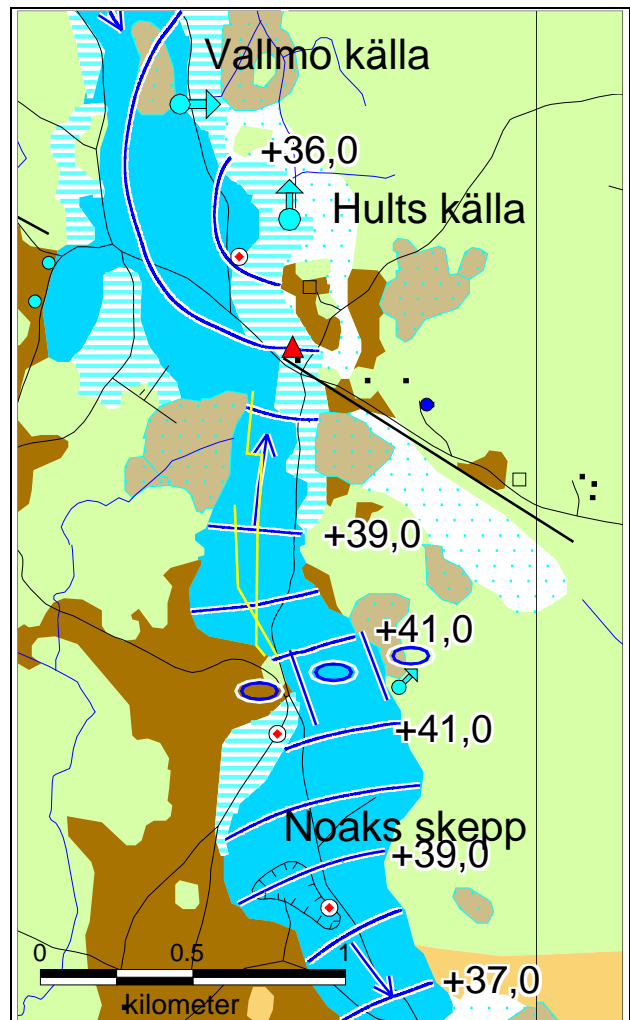


Fig.3.3.1.a. Byringeåsen norr om Länna bruk.

3.3.2. Vid Länna bruk

Från grundvattendelaren strax norr om Noaks skepp rör sig grundvattnet söder ut. Möjligen sker ett visst läckage ut från åsen vid våtmarken som skymtar längst ner på fig. 3.3.1.a., vid grundvattnennivån + 37 m. Mer koncentrerade läckage i form av källor har emellertid inte påträffats där.

Vid Byringe gamla gästgivargård förekommer flera källor intill varandra, varav en flödar fram i husets källare. Det sammanlagda flödet av dessa är ca 2 l/s.

Vattnet är provtaget för kemisk analys och resultatet redovisas i analystabellerna i kapitel 9.3.

I skogsområdet norr om gården förekommer flera mindre källor. Vattnet från dessa källor är kulverterat under åkern öster om åsen. Det samlade flödet kommer fram vid väg 55.

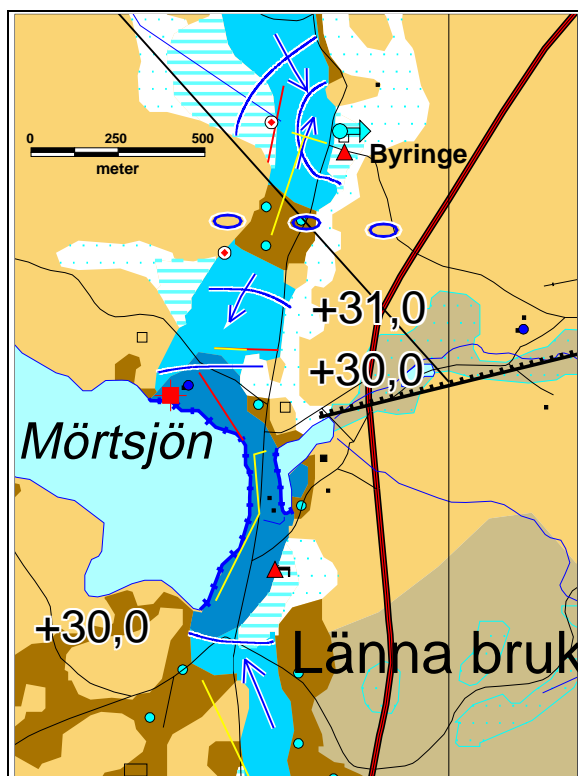


Fig. 3.3.2.a. Byringeåsen vid Länna bruk.

Mellan Byringe och Mörtsjön förekommer en fast grundvattendelare betingad av högt berggläge. Den seismiska profilen, fig. 3.3.2.b., visar detta höga berggläge i sin södra del.

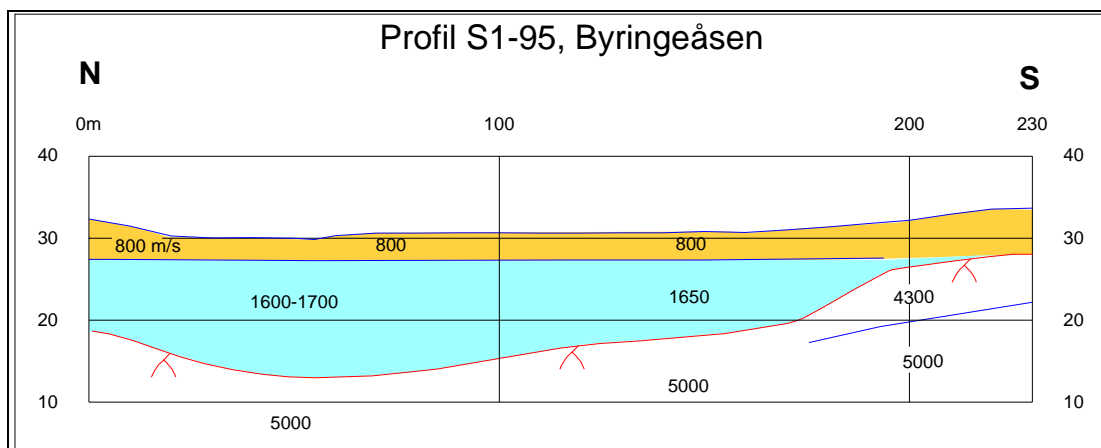


Fig. 3.3.2.b. Seismisk profil väster om åsen vid Byringe.

I de seismiska profilerna markeras sand och grus ovanför grundvattenytan med ljusbrun färg, och under grundvattenytan med ljusblå färg. Den ljusblå färgen visar således grundvattenmagasinet.

Den seismiska profilen, fig. 3.3.2.b, är mätt vid åsfoten på västra sidan av åsen vid Byringe. Den visar ett tvärsnitt genom marken. Den övre linjen representerar markytan, som stiger både mot söder och mot norr. Under denna uppträder ett lager med en ljudhastighet av 800 m/s, som är ljudhastigheten i torrt sand och grus. Detta lager har en mäktighet av ca 3 m som tilltar i norr och söder där markytan stiger. Den underliggande linjen är nära nog horisontell. Den representerar grundvattenytan. Skiktet under denna linje har ljudhastigheten 1600 – 1700 m/s, vilket är ljudhastigheten i vattenmättat sand och grus d.v.s. under grundvattenytan. Den undre linjen visar berggrundsytan med en ljudhastighet av 5000 m/s. Det övre partiet av berggrunden i norra delen är sannolikt något mer uppsprucket eftersom ljudhastigheten där är lite lägre (4300 m/s).

Profilen visar en största grundvattenmättad mäktighet av ca 15 m. Det framgår även att berggrundsytan höjer sig mot söder så mycket att den når ovanför grundvattenytan. Detta förhållande betingar således den fasta grundvattendelaren, som framgår av kartbilden fig. 3.3.2.a.

Vid Byringe är förutsättningarna förhållandevis goda för en brunnsanläggning. Uttagmöjligheterna är här emellertid något begränsade beroende på grundvattendelaren i söder, som förhindrar nämnvärt tillskott av grundvatten från detta håll. Någon inducering från Mörtsjön kan inte påräknas. Sannolikt skulle man på detta ställe kunna ta ut 5 – 10 l/s utan förstärkning av konstgjort grundvatten.

Längs Mörtsjöns östra strand har mätningar genomförts med såväl georadar som med seismik. Georadarprofilen som visas i fig. 3.3.2.c. är uppmätt från söder mot norr. Den är inte avvägd och korrigerad för variationer i markytans nivå – den översta, mörka linjen – som alltid avbildas horisontellt om man inte korrigerar för nivåskillnader. Avsnittet visar en tydlig grundvattenyta, som vid startpunkten ligger ca 8 m under en något så när jämn markyta. Mellan 190 och 210 m har mätningarna utförts nedför en sluttning mot stranden. Detta framgår av att avståndet mellan markytan och grundvattenytan plötsligt minskar till mindre än 1 m. Det ser ut som om grundvattenytan stiger med en gradient som inte är möjlig i sand och grus.

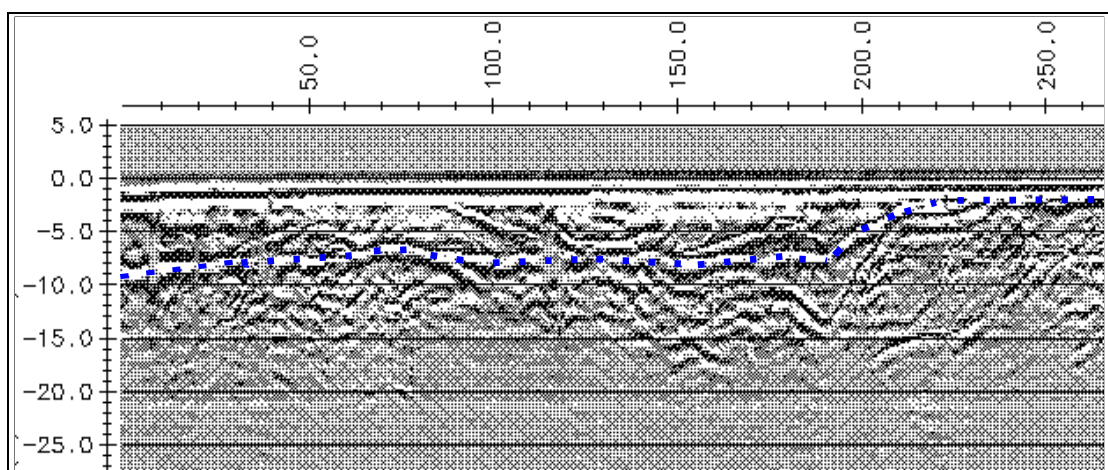


Fig. 3.3.2.c. Georadarmätning längs stranden av Mörtsjön. Ej korrigerad för marknivån, grundvattenytan markerad med blå streck.

Det är svårt att se någon tydlig indikation på berggrundsytan i denna profil. Möjligen kan den ligga på mellan 15 och 20 m under markytan.

Berggrundsytan ger ofta förhållandevis svårtolkade reflexer i georadarprofiler. Därför kompletteras dessa, när så krävs, med seismiska mätningar. De seismiska mätningarna är emellertid mer tids- och kostnadskrävande, varför georadarmätningar utförs i första hand, där det är möjligt.

Georadarmätningar lämpar sig bäst i områden med rena sand- och grusavlagringar. De är inte användbara i lerområden, eftersom radarvågorna inte kan tränga igenom lera om den inte är mycket tunn.

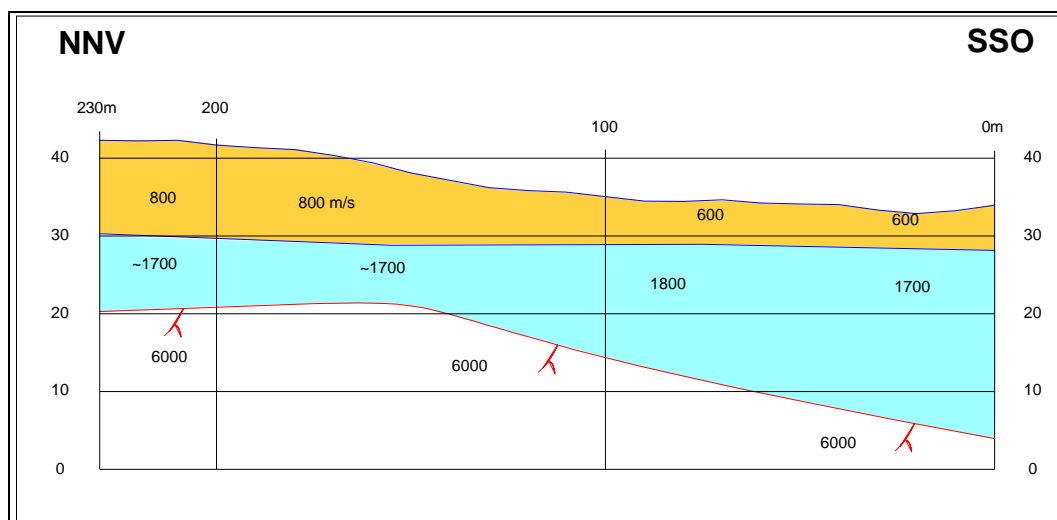


Fig. 3.3.2.d. Seismisk profil vid nordöstra stranden av Mörtsjön.

Den seismiska profilen fig. 3.3.2.d. påvisar upp emot 25 m sand och grus under grundvattenytan, och att grundvattenmagasinet sannolikt är ännu mäktigare i profilens förlängning mot sydsydöst.

Vid eventuell anläggning av brunnar intill Mörtsjöns strand kan man påräkna inducerad infiltration från sjön. Grundvattenmagasinet är, som ovan framgått, mäktigt, men det har inte särskilt stor utsträckning i sidled. Avståndet till grundvattendelarna i såväl norr som söder är mindre än 1 km. Detta innebär att man vid större grundvattenuttag skulle få en större andel från sjön inducerat vatten och en mindre andel grundvatten som bildats genom infiltration av nederbörden. Sannolikt kan man här räkna med att kunna ta ut sammanlagt 20 – 30 l/s.

I databasen till kartan ”Grundvattentillgångar i Strängnäs kommun” är alla seismiska och georadarprofiler inlagrade och kan granskas genom markering av profilen och ”visa geofysik” – även sådana som inte visar annat än att leran varit för tjock för att medge information om underliggande lager. Detta är ju ändå en viss information.

3.4. Grundvattentillgångar i Strängnäsåsen

3.4.1. Centrala Strängnäs

Grundvattnet som genom pumpningen i brunnarna strömmar in mot vattentäkten vid Visholmen kommer huvudsakligen in som inducerat Mälardammen men även som grundvatten bildat genom infiltration i området från Ångbåtsbron och till Lurudden. Sannolikt kan även en del grundvatten komma från vattenförande sand- och gruslager under fyllningsmassor i området kring Västerviken.

I observationsrören vid Lurudden och vid Ångbåtsbron har grundvattnet provtagits och analyserats. Därvid visade det sig att grundvattnet vid Lurudden kan vara något påverkat av avloppsvatten och att grundvattnet vid Ångbåtsbron är starkt påverkat. Se vidare avsnitten 4.3. och 9.3. för närmare synpunkter och för de kemiska analysvärdena.

Grundvattenkvaliteten kan övervakas genom provtagning i det befintliga observationsröret vid Lurudden samt lämpligen även i några kompletterande rör i det aktuella området.

Det höga bergläget kring domkyrkan (det bruna området) är endast schematiskt avgränsat. Några försök att få säkrare information om höga berglägen i central Strängnäs genom studier av eventuellt förekommande, äldre uppgifter från t.ex. grundundersökningar, grävningsarbeten m.m. har inte gjorts.

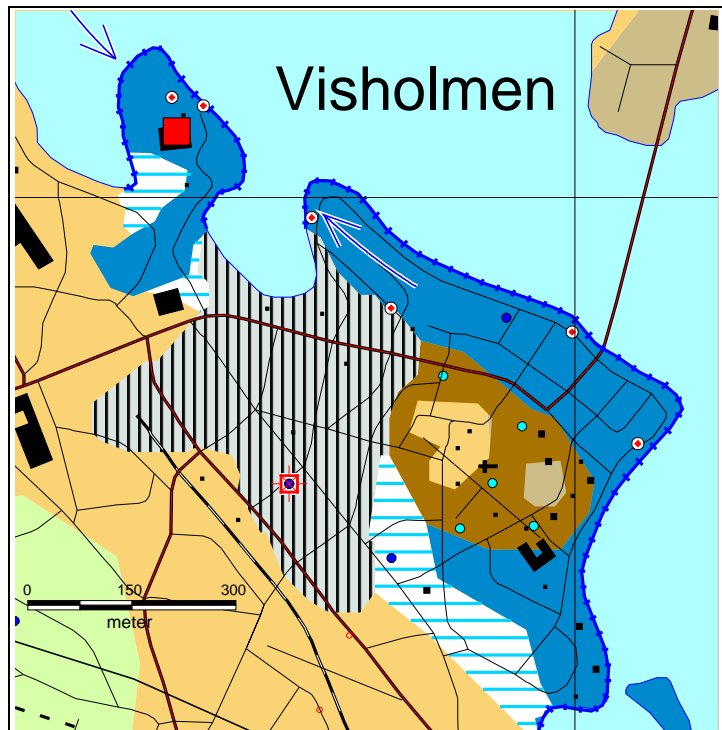


Fig. 3.4.1.a. Åsen i centrala Strängnäs.

3.4.2. Gorsingeholm – Malmby

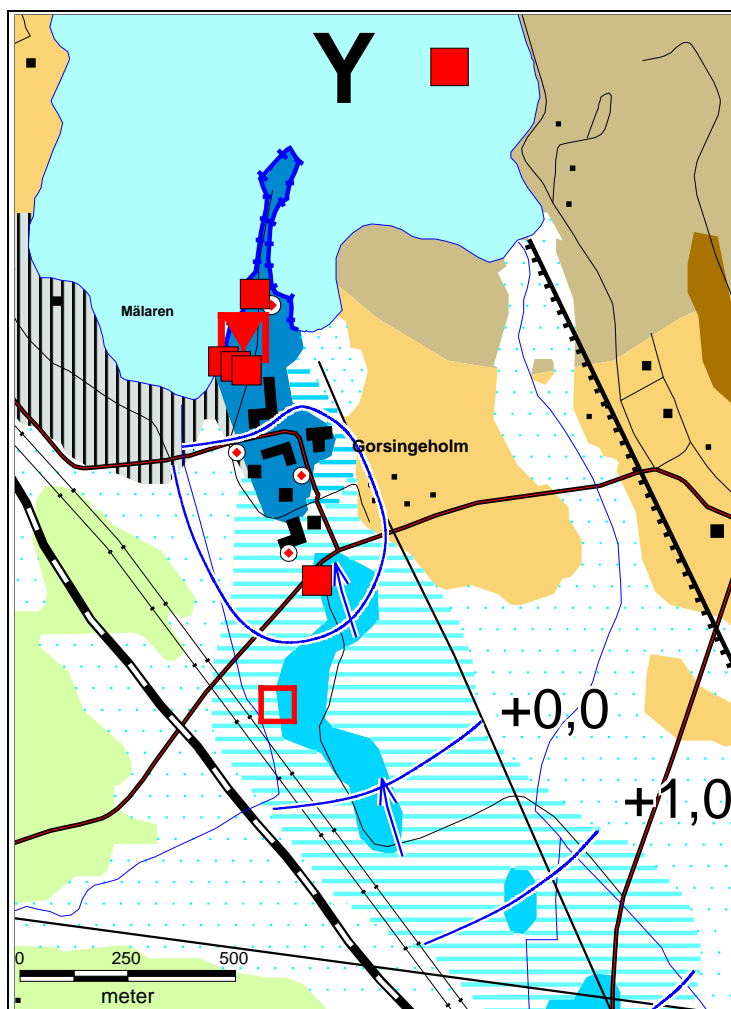


Fig. 3.4.2.a. Åsen vid Gorsingeholm med infiltrationsanläggning, uttagsbrunnar och reservvattentäkt.

havsnivå, d.v.s. närmare 2 meter under Mälarens nivå i området kring ladugården. Under dessa förhållanden når inget grundvatten från åsen ut till Mälaren. Sannolikt sker i stället ett visst inflöde av mälärvatten till åsen (inducerad infiltration).

Enligt äldre borrhprotokoll utgörs åsmaterialet huvudsakligen av sand, delvis fingrusig. Mäktigheten är omkring 10 m.

Vid Gorsingeholm utnyttjas grundvattentillgångarna till vattenförsörjning av industrier i Storängens industriområde strax väster om kartutsnittet i fig. 3.4.2.a. Vattnet utnyttjas bl.a. i kylanläggningar.

Då den naturliga grundvattenbildningen inte är tillräcklig har man en anläggning för konstgjord grundvattenbildning. Därvid utnyttjas vatten från Mälaren, vilket tas ut vid "Y" på kartan.

Det naturliga grundvattenflödet i åsen sker från Malmby i söder mot norr, och skulle ha läckt ut i Mälaren där åsen når sjön. Genom infiltrationsanläggningen höjs grundvattennivån och genom vattenuttagen i brunnarna sänks den. Dessa förhållanden varierar naturligtvis med tiden. I slutet av oktober -95 var grundvattennivån drygt 1 meter under

3.4.3. Malmby – Grundbro

Som framgår av huvudkartan förekommer tre olika grundvattendelare i åsavsnittet mellan Malmby och Valsberga. När undersökningarna för denna karta påbörjades var endast grundvattendelaren närmast Valsberga känd. De två nyupptäckta grundvattendelarna vika framgår av fig. 3.4.3.a. är betingade av att berggrundsytan i åsen är belägen högre än grundvattenytan. På dessa ställen sticker berggrunden upp som öar i ”grundvattensjön” i åsen. Dessa ses som bruna avsnitt på kartan. De höga berglägena har identifierats med ett flertal georadar- och seismiska mätningar, vilka kan studeras i huvudkartans databas. Se även fig. 1.1.a., 2.c. och 2.d.

De blå prickarna i dessa områden symboliserar att det vatten som infiltrerar i dessa åsavsnitt, efter det att det sipprat ner genom gruslagren, når bergytan, rinner av på denna och ner i omgivande grundvattenmagasin d.v.s. de blå åsavsnitten.

Som synes är berggrundsytan högt belägen i ett förhållandevis stort område. I detta kan man således inte anlägga vattentäkt för uttag av grundvatten ur åsen. Det höga bergläget minskar emellertid inte grundvattenbildningen i åsen. Någon del av detta område skulle kunna utnyttjas till en anläggning för konstgjord grundvattenbildning, i första hand området söder om den nordliga grundvattendelaren

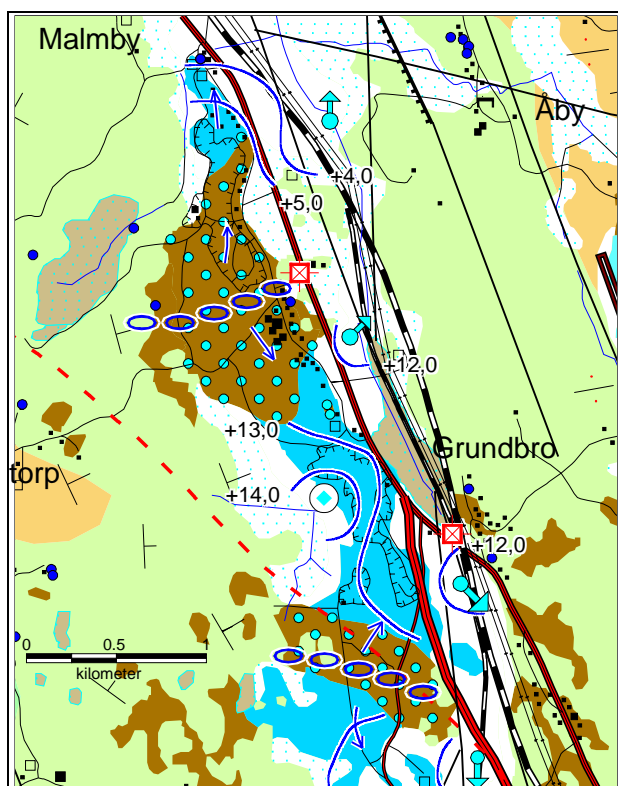


Fig. 3.4.3.a. Strängnäsåsen i området Malmby-Grundbro.

De fyra källorna längs åsens östra kant är kulverterade från ursprungligt läge. Vattnet från den nordligaste källan rinner ut i det närliggande diket. Vid hög vattennivå i diket mynnar källvattnet ut under vattenytan och kan vara mycket svårt att se. Flödet är mellan 5 och 10 l/s i vardera av de tre nordligaste källorna. I den sydligaste är flödet av storleksordningen 0,5 – 1 l/s.

Söder om den nordliga grundvattendelaren ligger grundvattennivån på 12 – 13 m ö.h. och norr om grundvattendelaren på 4 – 5 m ö.h. Denna förhållandevis stora nivåskillnad, vilken på detta ställe motsvarar en gradient på drygt 5 promille, antyder att det inte heller i dalstråket under lerorna finns någon hydraulisk förbindelse mellan de två grundvattenmagasinen. Det grundvatten som bildas i det mellersta magasinet tvingas avrinna via källorna. Se kap. 9.3. för kemiska analyser.

Av den streckade, röda linjen, som visar den planerade motorvägens dragning, framgår att motorvägen kommer att passera rakt över en grundvattendelare. Det är inte möjligt att ta reda på hur berggrundsytan ser ut i detalj under lager av många meter

sand och grus. Eftersom bergytan här, liksom på de flesta andra ställen, är mycket ojämn, kan man inte exakt veta hur grundvattendelaren sträcker sig. Nederbörden som infiltrerar rinner också här av på bergytan och ner till grundvattenmagasinen på endera sidan. Detta innebär att man t.ex. vid ett haveri av en miljöfarlig transport inte kan vara säker på åt vilket håll en eventuell förorening från vägen skulle sprida sig. Man kan därför inte heller vara helt säker på vilket av grundvattenmagasinen som hotas. Det blir därför nödvändigt att vidta särskilda åtgärder för att skydda grundvattnet längs denna sträcka, då det mellersta grundvattenmagasinet kan komma att behövas för den kommunala vattenförsörjningen.

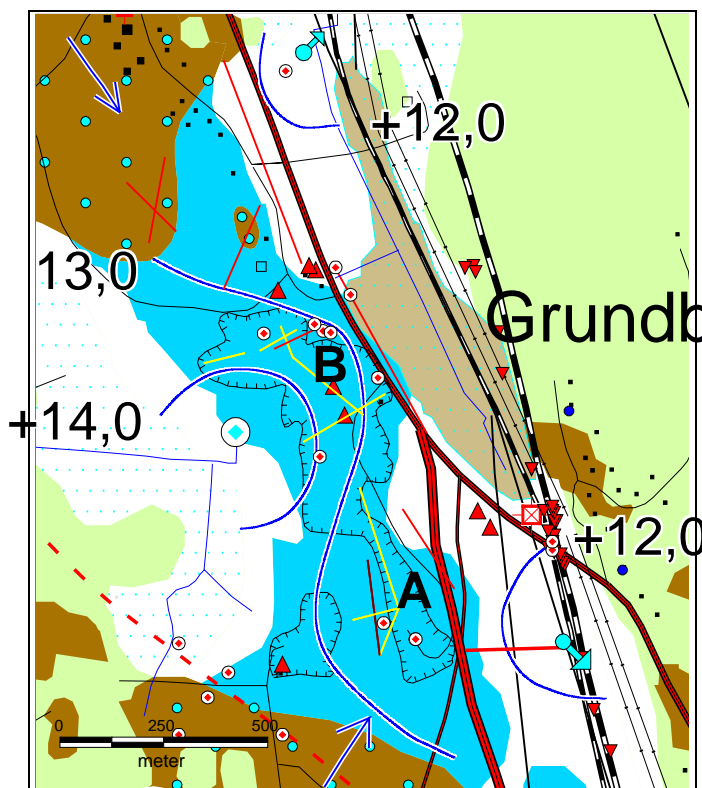


Fig. 3.4.3.b. Strängnäsåsen vid Grundbro.

I Grundbroområdet förekommer ett slukhål som leder vatten från ett bäcksystem in i åsen. På kartutsnittet syns det öster om grundvattennivåsiffra +14 m. Bäckfårorna är belägna i leran på nivån ca +35 m där de når fram till åskanten. Leran är på detta ställe någon meter mäktig, och under leran finns åsens sand och grus, som vilar på berggrunden. Grundvattenytan, vars nivå på detta ställe naturligtvis varierar förhållandevis mycket beroende på hur mycket vatten som för tillfället fylls på av bäcksystemet, är ungefär +14 m. Vattnet i bäcken rinner således över lerkanten och störtar som i ett vattenfall ca 20 m ner genom gruset till grundvattenytan.

Vattnet rör sig därpå genom åsen och kommer sedan åter ut i

källorna vid Vrå och vid Hallmyrången (den norra resp. södra i fig. 3.4.3.b.).

Fig. 3.4.3.b. visar även lägen för de undersökningar som hittills genomförts i området. (Gula linjer – georadar­mätningar, röda linjer – seismiska mätningar, röd­vita punkter – sonderingsborrningar och observationsrör för mätning av grundvattennivåer, röda uppåtriktade trianglar – brunnar där grundvattennivån kan mätas, röda nedåtriktade trianglar – Banverkets sonderingspunkter).

Den ungefär öst – västliga georadarprofilen intill bokstaven A i fig. 3.4.3.b. visas i fig. 3.4.3.c. Reflexen från grundvattenytan är förstärkt med blå streck. Berggrundsytan framstår mer diffust på så sätt att de många små reflexerna upphör mot djupet. Berggrundsytan är förstärkt med röda streck. Georadarprofilen visar således en grundvattenyta på ca 12 m ö.h. (profilen är avvägd), vilket överensstämmer med grundvattennivåmätningarna i de närliggande observationsrören. Bergytan ligger på mellan -2 och +4 m. Grundvattenmagasinet är således drygt 10 m mäktigt på detta ställe.

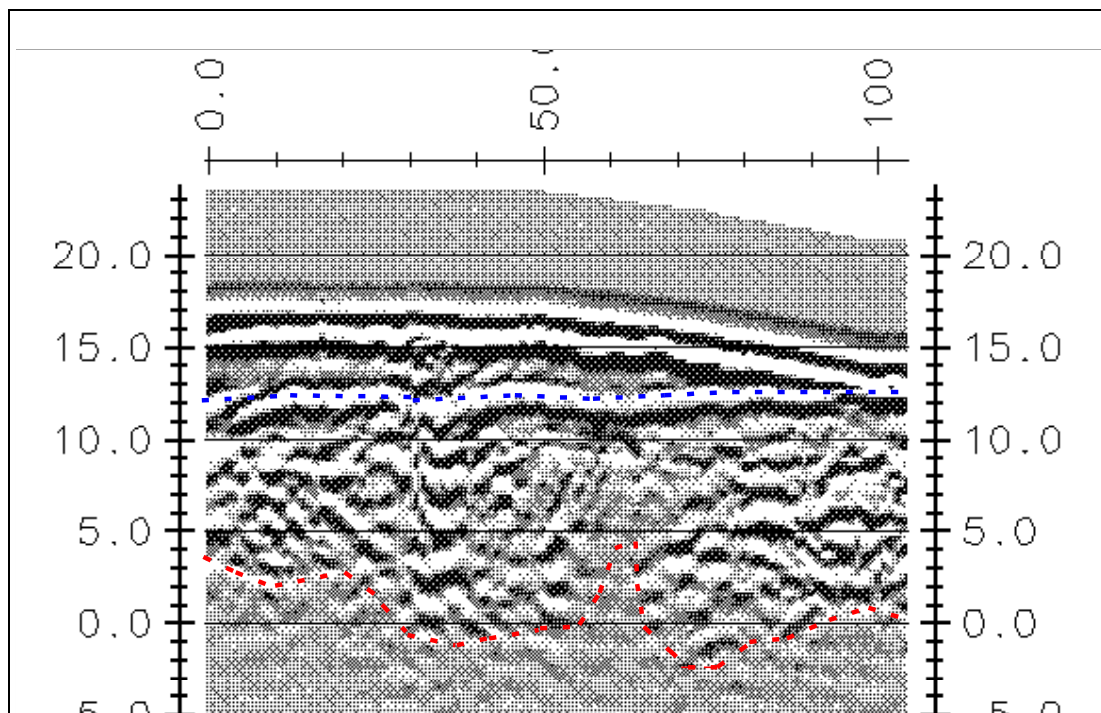


Fig. 3.4.3.c. Georadarmätning i grustaget vid Grundbro. Grundvattenytan förstärkt med blå streck och berggrundsytan med röda streck.

Vid bokstaven B i fig. 3.4.3.b. har seismiska mätningar visat att grundvattenmagasinet har en mäktighet av 10 – 15 m och sonderingsborningar har påvisat att materialet i stor utsträckning utgörs av grovt grus.

Förutsättningarna för betydande grundvattenuttag ur magasinet vid Grundbro får därför anses vara mycket goda, och inte minst av följande skäl:

1. *Det samlade flödet i de två källorna närmast Grundbro kan uppskattas till mellan 10 och 20 l/s.*
2. *Slukhålet i västra kanten av åsen visar att det är möjligt att infiltrera betydande mängder ytvatten för förstärkning av de primära grundvattentillgångarna.*
3. *Den befintliga vattenledningen mellan Strängnäs och Åkers Styckebruk, som passerar omedelbart öster om åsen, skulle kunna utnyttjas om åsavsnittet behöver användas i den kommunala vattenförsörjningen.*

Beträffande den tredje punkten skulle grundvattnet här kunna utnyttjas i etapper. I en första etapp kan man räkna med uttag av befintliga grundvattentillgångar av storleksordningen 15 l/s (54 000 l/tim). I en andra etapp skulle man i en anläggning för konstgjord grundvattenbildning kunna tillföra Mälärvatten i infiltrationsbas-

sånger i åsen. Vattnet som på så sätt fått en ren grundvattenkaraktär kan tas ut i brunnar i åsen en bit därifrån. På så sätt skulle vattenuttaget kunna ökas betydligt. Den första etappen skulle kunna ses som en reservvattentäkt i en nödsituation. Den andra etappen som en alternativ vattentäkt för MÅHL-området.

3.4.4. Berga – Åkers styckebruk

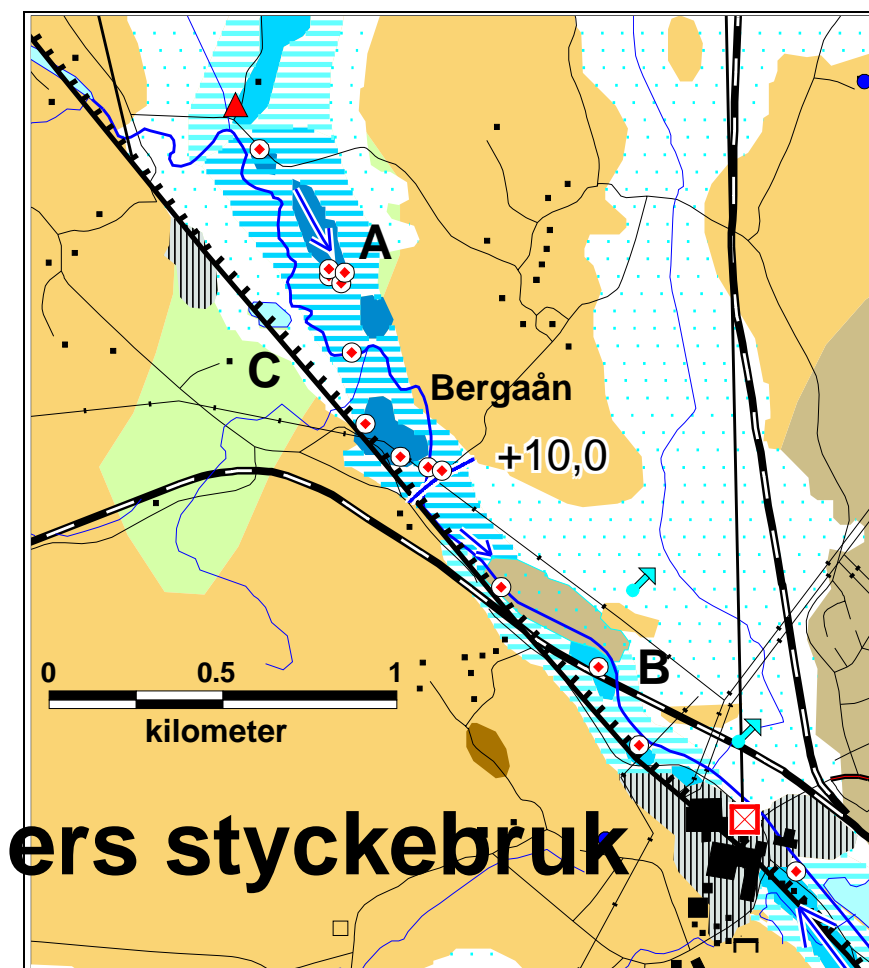


Fig. 3.4.4.a. Åsavsnittet mellan Berga och Åkers styckebruk.

Som tidigare nämnts har man på 1970-talet genomfört förhållandevis omfattande undersökningar mellan Berga och Åkers styckebruk. Dessa undersökningar var centrerade kring området vid bokstaven A på kartan fig.

3.4.4.a. Vid de markerade observationsrören intill A genomfördes provpumpning med mellan 26 och 12 l/s. Samtidigt var en numera borttagen, kommunal vattentäkt vid bokstaven B i drift med 13 l/s. I samband med dessa arbeten

bedömdes den kontinuerligt uttagbara grundvattenmängden i området uppgå till 25 l/s, vilket med konstgjord grundvattenbildning skulle kunna ökas till 50 l/s. (Orrje & CO, 1978-08-02.)

Grundvattenmagasinets mäktighet i trakten kring A bestämdes genom seismiska mätningar och sonderingsborrningar till 10 – 15 m, och bredden till ca 100 m.

Förekomst av nitrat i ett vattenprov indikerar påverkan från avlopp, gödsling o.dyl. På grund av att nitrathalten (NO_3) i vattnet var så pass hög som mellan 10 och 20 mg/l, vilket motsvarar 2,3 – 4,6 mg/l nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) övergavs projektet. (Gränsvärdet för nitratkväve är nu 5 mg/l och riktvärdet 1 mg/l.)

Sannolikt berodde de höga nitralthalterna på att man då hade förhållandevis omfattande boskapsskötsel med en mjölkningsanläggning i omedelbar anslutning till provpumpningsplatsen. Detta har nu upphört och det är möjligt att nitralthalterna har minskat på ett avgörande sätt. Ett vattenprov som ca 20 år senare togs i rör 7622 intill grundvattennivåkurvan + 10 m, i samband med föreliggande undersökning, visade nitratkvävehalt på mindre än 0,5 mg/l. Se den kemiska analysen i avsnitt 9.3. (Observationsrören intill A är sedan länge borttagna.)

Det kan därför finnas anledning att på nytt undersöka vattenkvalitén vid den tidigare pumpplatsen. Det kan inte nu utslutas att detta område kan få betydelse för kommunens vattenförsörjning.

I detta åsavsnitt föreligger ytterligare några förhållanden som förtjänar att påpekas:

– Bergaån är i detta avsnitt invallad och dess yta är högre än omgivande mark. Åytan är vanligtvis också högre än grundvattennivån.

Ett visst läckage av åvatten sker genom invallningen och detta läckvatten samlas upp i ett dike på nordöstra sidan av ån. Vattnet leds sedan nordöst ut i ett delvis kulverterat dike som passerar via källtecknet norr om bokstaven B i fig. 3.4.4.a. till vattendraget intill, vilket flödar mot norr. Här finns flera mindre källutflöden och sannolikt något eller några större, som rinner upp i det delvis kulverterade diket. Av denna anledning ”maskeras” källvattnet av läckvattnet från Bergaån, särskilt om utflödet sker i den kulverterade delen av diket. Vid källan sydöst om B är det sannolikt fråga mer om källvatten än om läckvatten, vilket visar sig i järnutfällningarna på platsen. Järnet i grundvattnet oxideras och fälls ut när grundvattnet når luften vid markytan. Åvattnet däremot är ju ständigt luftat, så någon järnutfällning kan inte ske i samband med åvattnets utträngande genom invallningen.

I området kring B sker således ett betydande utflöde av grundvatten.

Den ovan nämnda, och nedlagda, kommunala grundvattentäkten var belägen vid observationsröret omedelbart väster om B; således mycket nära Bergaån. Orsaken (åtminstone bidragande) till att denna vattentäkt lades ner var att åvatten tidvis trängde in i brunnen.

– Fabriksanläggningen vid Åkers styckebruk är delvis byggd under marknivå och under grundvattennivån. Den måste därför läns pumpas mer eller mindre kontinuerligt. Platsen markeras av brunnstecknet på kartan.

– I detta område förekommer således två anledningar (möjligen fler, om ytterligare andra större brunnar, som här inte kunnat identifieras finns) till avsänkning av grundvattennivån – källorna och läns pumpningen. Dessa är orsaken till att grundvattnet i åsen inte rinner ut i sjön Visnaren (längst ner till höger i fig. 3.4.4.a.), vilket vore det naturliga. Det är därför tvärt om så att en viss mängd vatten från Visnaren infiltrerar in i åsen och som grundvatten rinner ”uppströms” under Bergaån till läns pumpningen och till källorna.

Detta förhållande har även betydelse för eventuella föroreningars spridning från anläggningen för industriavfall, som ligger ca 400 m längre mot sydöst. Se vidare avsnitt 3.4.5.

Den tandade linjen vid bokstaven C i fig. 3.4.4.a. indikerar en förkastningszon i berggrunden. Vid de seismiska undersökningarna på 1970-talet identifierades flera låghastighetszoner, d.v.s. större sprickzoner, i berggrunden i området vid A. Dessa har sannolikt samband med förkastningszonen, som av praktiska skäl inte kan ritas in över hela sin bredd. Den skulle då täcka all annan information. En av slutsatserna i den tidigare undersökningen var att sprickzonen är så kraftigt vattenförande att den

(åtminstone tillfälligt, i samband med nederbördstillfällen) kan ge ett tillskott av 10 l/s eller mer. Tanken var sannolikt att nederbörd kan infiltrera i de högre bergområden, i första hand väster om förkastningen, via berggrundens sprickor samlas till förkastningszonen och där mer koncentrerat läcka ut från berggrunden och in i åsen.

Något sådant är naturligtvis svårt att belägga, men det är en intressant tanke, som möjligen kan förklara tidvis mycket stora uttagsmöjligheter på över 40 l/s.

3.4.5. Vid Visnaren

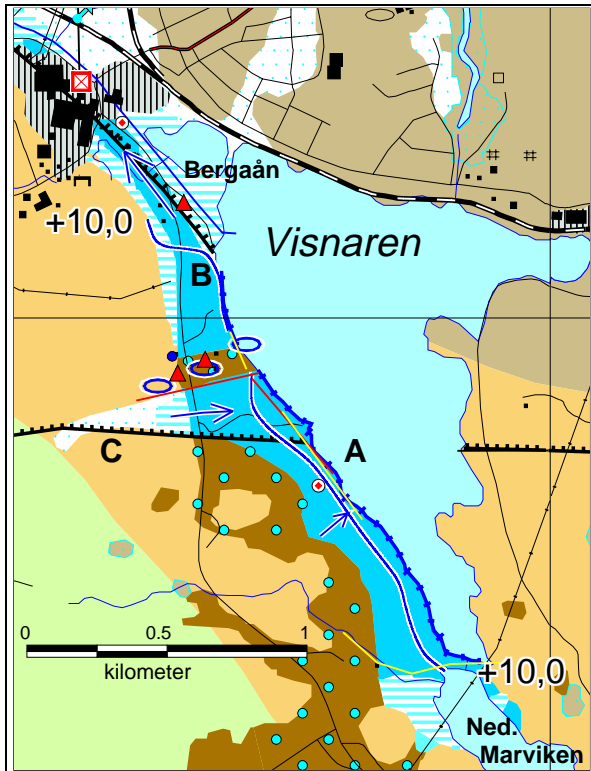


Fig. 3.4.5.a. Åsavsnittet vid Visnaren.

Söder om Åkers styckebruk utgör Strängnäsåsen sjön Visnarens västra strand. Norr om förkastningslinjen, som markeras av den tandade linjen vid bokstaven C intar åsen ett djupläge i terrängen, och är därför grundvattenförande i stor omfattning. Omedelbart söder om förkastningen är den forna isälvens sand- och gruslager avsatta dels i djuplägen i och intill sjön och dels även i den höglänta terrängen mot väster. Det är möjligt att åsen, och därmed grundvattenmagasinet, är såväl bredare som mäktigare i sjön utanför stranden.

Fortsättningsvis, söder om kartutsnittet i fig. 3.4.5.a., är sand- och gruslagren helt och hållet belägna i det höga bergsområdet väster om Marvikarna och är därför inte alls eller mycket lite vattenförande.

Den nämnda förkastningen är en del av Mellansveriges största förkastningar. Den har sin fortsättning öster ut via Stadsgårdskajen i Stockholm ut i Östersjön. Mot väster kan den följas ända fram till Kilsbergen. Den seismiska profilen (röd linje vid A) uppvisar en låghastighetszon i berggrunden med 3 500 m/s omgiven av berggrund med 5 000 m/s, vilket således visar det exakta läget för förkastningen, vilket är rakt under den lilla badplatsen.

Vid B är en anläggning för industriavfall belägen, huvudsakligen gjuterisand. De undersökningar med georadar och seismik som genomförts i detta område har visat, att det mellan tippen och badplatsen förekommer en fast grundvattendelare betingad av högt bergläge. Detta, förkastningens läge och grundvattenmagasinets mäktighet m.m. framgår av fig. 3.4.5.b. och c.

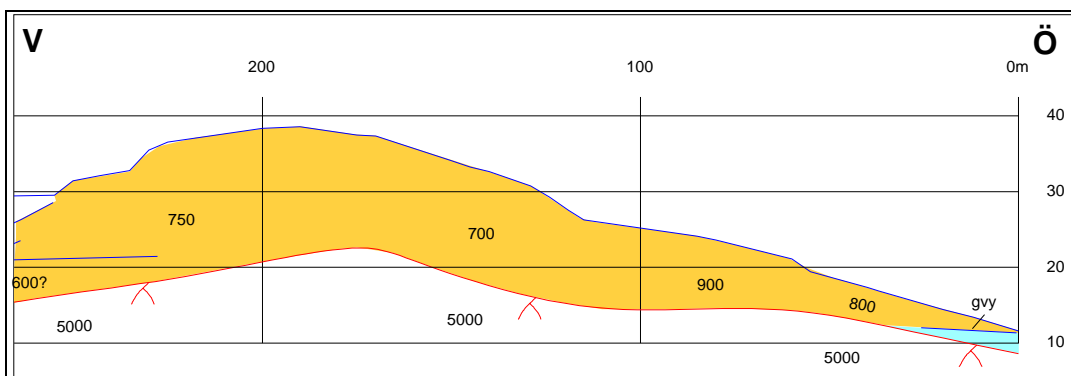


Fig. 3.4.5.b. Seismisk profil från stranden vid grundvattendelaren mot väster.

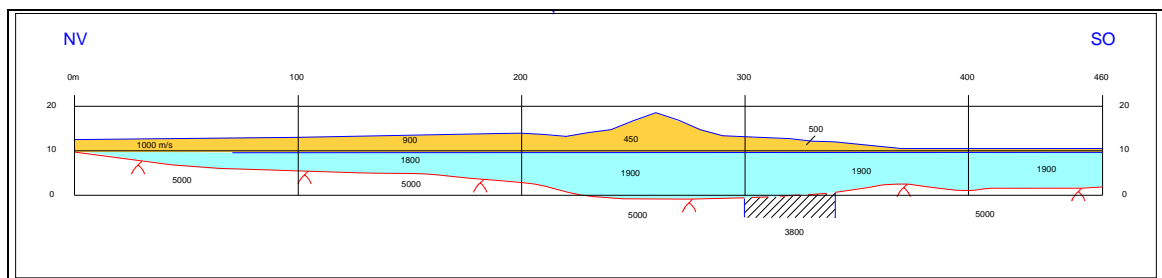


Fig. 3.4.5.c. Seismisk profil längs Visnarens strand. Badplatsen ligger rakt över sprickzonen (förkastningen).

Hastigheten i grundvattenmagasinets sand- och gruslager, 1 800 – 1 900 m/s, indikerar förhållandevis grovt, genomsläppligt och därmed starkt vattenförande förhållanden, vilket även stöds av resultaten från sonderingsborrningen (se neda).

De seismiska mätningarna indikerar således att det förekommer en grundvattendelare mellan industritippen och badplatsen. Den kemiska analys som utförts på vattenprov från obsröret strax sydöst om badplatsen (vid A) visar ingen påverkan från tippen. Analysen visas i [avsnitt 9.3](#), under beteckningen Sjöstugan, rör. Se även [foto avsnitt 2](#), fig. 2.h. från provtagningstillfället.

Borresultatet från neddrivningen av röret framgår av [avsnitt 9.2](#), under beteckningen SGU 9405. Lagerföljden är från markytan :

0 - 1,3 m	sand
1,3 - 2	lera
2 - 4,5	grus
4,5 - 10	sand
10 - 11	finsand
11 - 12,7	finsand

Att grundvattnet rör sig ”uppströms” åvattnet fram till B (fig. 3.4.4.a) framgår av följande nivåmätningar i m ö.h. utförda 96-03-28.

1.– Intill tippen	9,77	särskilt obsrör
2.– Vid Bergaåns utflöde i Visnaren	9,67	brunn vid Sjölidsvägen
3.– Sydöst intill industrin	9,63	särskilt obsrör
4.– 250 m nordväst om industrin	9,34	obsrör SGU 9601
5.– Intill den borttagna vattentäkten	9,32	obsrör, ev. gamla 7620
6.– 400 m nordväst om 5.	9,38	obsrör 7621

(4) och (5) är belägna intill B i fig. 3.4.4.a. Att grundvattnet har sin lägsta nivå vid ”den borttagna vattentäkten” beror på grundvattenutströmningen i källorna intill, där det största utflödet, av dessa mätningar att döma, är vid källtecknet norr om B. Se även föregående avsnitt angående svårigheterna att skilja på källvatten och läckvattnet från den invallade Bergaån.

Nivåerna påverkas naturligtvis även av när, och i vilken omfattning läns-pumpningen i industrin pågår, vilket inte varit möjligt att fastställa i detta sammanhang.

Ett eventuellt brunns-läge i åsen vid Visnaren bör enligt dessa undersökningsresultat förläggas intill badplatsen, där man kan räkna med uttag av storleksordningen 20 l/s (medräknat möjligheten av inducerad infiltration). Grundvattentäkt på detta ställe kommer inte att påverkas av eventuellt läckage från tippen, om det höga bergläget fortsättningsvis, ute i sjön, bildar en effektiv grundvattendelare. Om den inte gör det, kan man sannolikt genom konstgjord grundvattenbildning mellan tippen och en brunnsanläggning konstruera en grundvattendelare. Skulle en brunnsanläggning bli aktuell måste dessa hittills nådda resultat emellertid bekräftas med närmare undersökningar innan den genomförs.

3.5. Grundvattentillgångar i åsen Oknön – Stallarholmen – Mariefred (Enköpingsåsen).

3.5.1. Oknön – Aspön.

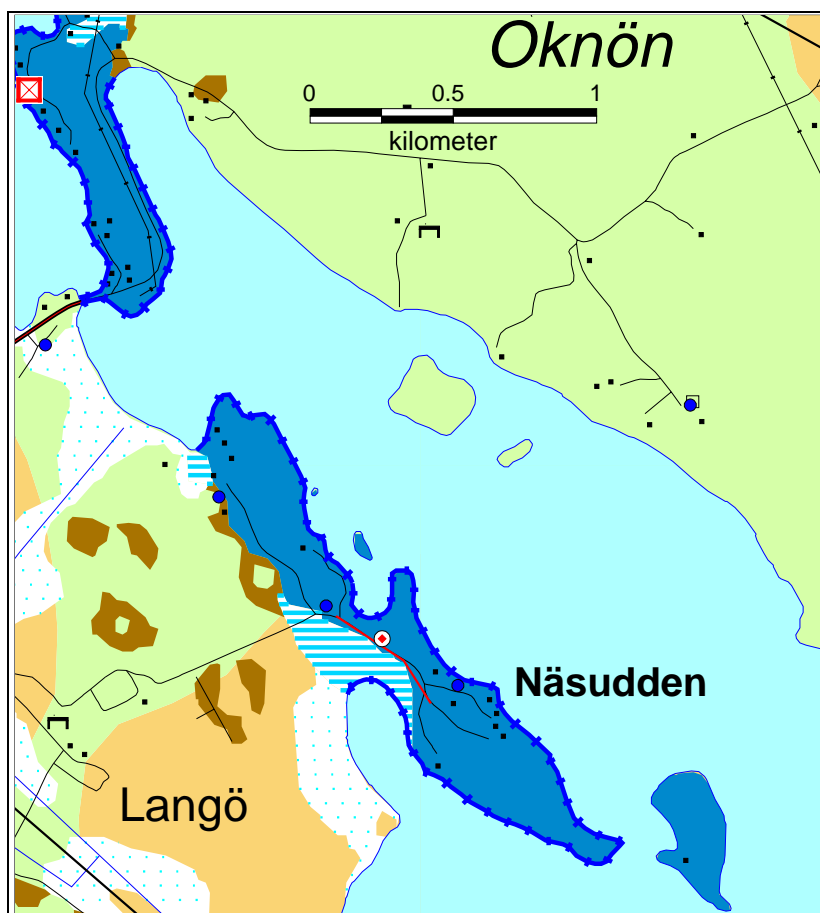


Fig. 3.5.1.a. Enköpingsåsen vid Oknön och Aspön.

Detta området ligger visserligen förhållandevis långt bort från de tätare bebyggda delarna av kommunen, men förutsättningarna för mycket stora grundvattentillgångar bedömdes i ett tidigt skede av undersökningen vara bland de bättre i Strängnäs kommun.

Inom ramen för kartläggningen av grundvattnet i Strängnäs kommun undersöktes detta åsavsnitt därför med seismiska mätningar samt med sonderingsborrning och driv-

ning av observationsrör.

Vid Oknön och Aspön intar åsen ett mycket lågt läge i terrängen. I kartutsnittet, fig. 3.5.1.a, är den nästan helt omgiven av Mälarens vatten. Såväl norr ut som söder ut har den sin omedelbara fortsättning i ett antal öar. Detta kan bedömas ge goda förutsättningar för stora mäktigheter av den mättade zonen d.v.s. den del av åsen som ligger under grundvattnets nivå, och som således utgör grundvattenmagasinet. Det torde även ge goda förutsättningar för både **inducerad infiltration** och anläggningar för **konstgjord grundvattenbildning**. Se avsnitt 3.1.8. och 3.1.9.

De undersökningar som nu genomförts på detta ställe kan inte sägas helt ha klargjort denna fråga, men de pekar klart i en positiv riktning.

Nedan redovisas resultaten av undersökningarna.

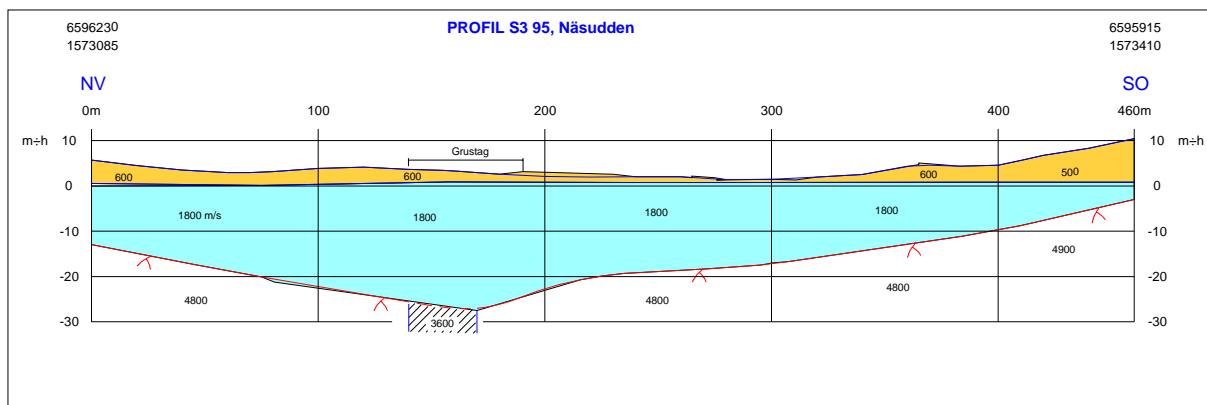


Fig. 3.5.1.b. Seismisk profil uppmätt över åsen vid Näsudden.

Den seismiska profilen, som uppmäts över åsen vid gården Lagnö på Aspön, visar betydande mäktighet av den mättade zonen – som mest mer än 25 m i anslutning till ett mindre grustag. I profillinjen stiger berggrundsytan såväl mot sydöst som mot nordväst.

Man kan emellertid anta att berggrundsytan sjunker undan mot nordöst. En privat brunn ca 120 m öster om den seismiska linjen, i höjd med 450 m, uppvisar ett jorddjup på 18 m. En annan brunn, ca 50 m nordväst om linjens startpunkt, visar ett jorddjup på mer än 18 m. Dessa uppgifter bekräftar förekomsten av ett mäktigt grundvattenmagasin även om höga berglägen förekommer.

Såväl mot nordväst som mot sydöst förekommer betydande mäktigheter, 10 – 15 m, av den omättade zonen, d.v.s. sand och grus ovanför grundvattenytan. Detta ger goda förutsättningar för förstärkning av grundvattentillgången och/eller förbättring av grundvattenkvalitén genom konstgjord grundvattenbildning med infiltration av Mälervatten.

Resultatet från sonderingsborrningen **SGU 9510** som utfördes i sydöstra delen av det lilla grustaget, vid ca 180 m i den seismiska profilen, är som följer (m):

- 0 – 6 Sand med stenar
- 6 – 10 Grus med stenar
- 10 – 11,5 Sand, hårdare packad
- 11,5 – 13 Sand, lösare packad
- 13 – 14 Sand, grusig
- 14 – 16 Sand, lösare packad
- Fortsatt borrning möjlig

De seismiska mätningarna visar att sand- och gruslagren på detta ställe är drygt 25 m mäktiga.

På detta ställe nedrevs ett observationsrör med perforerad spets dels för mätning av grundvattennivå och dels för provtagning och kemisk analys av grundvattnet. Grundvattenytan var som väntat i nivå med Mälarens yta, vilket visar att jordlagren är mycket genomsläppliga. Resultatet av den kemiska analysen redovisas i avsnitt

9.3. Vattenprovet var hårt med 18,9 tyska grader och med en sulfathalt på 100 mg/l, vilket är högt. Kloridhalten däremot var låg – endast 17 mg/l.

Vid större grundvattenuttag med inducerad infiltration och förstärkt grundvattentillgång genom konstgjord grundvattenbildning, får man räkna med att vattenkvalitén blir annorlunda. Sannolikt blir hårdhet och sulfathalt lägre.

Den risk för salt grundvatten, som trots det låga kloridvärdet, föreligger i detta område minimeras, eller elimineras helt med konstgjord grundvattenbildning.

Sannolikt har detta område en av de högsta potentialerna för grundvattenuttag i Strängnäs kommun. Storleksordningen på uttagbara grundvattenmängder torde röra sig om 100 l/s, kanske mer. För att säkerställa detta krävs emellertid fördjupade undersökningar med bl.a. provpumpningar och prov med infiltrationsbassänger.

3.5.2. Norra Selaön.

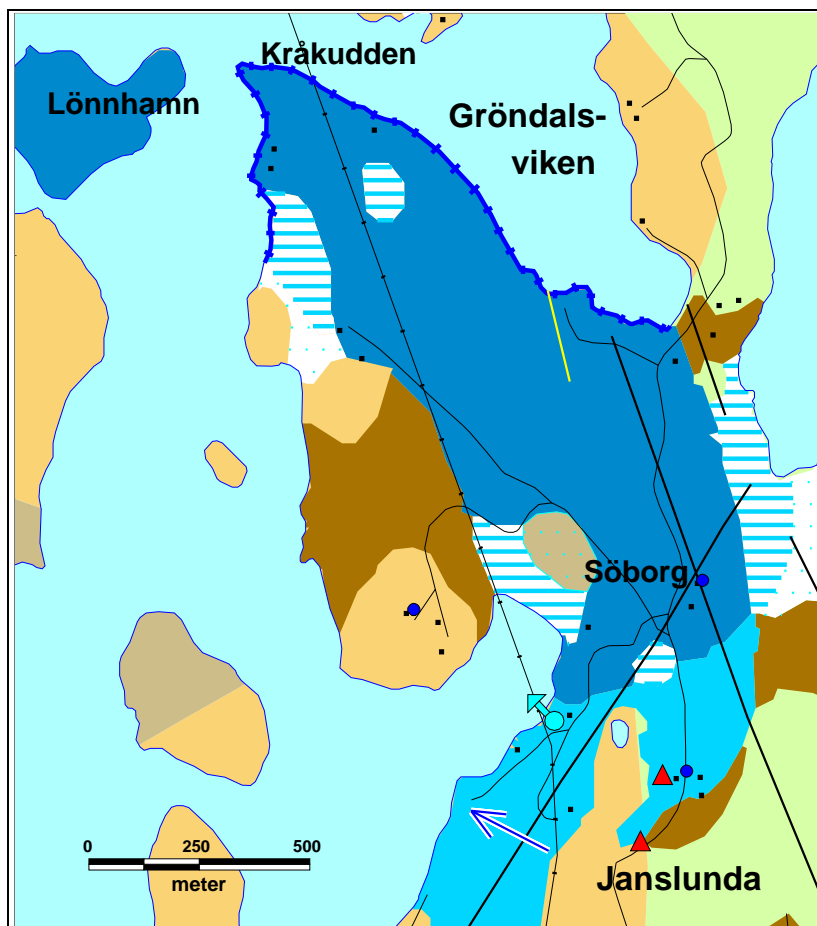


Fig. 3.5.2.a. Åsen vid Selaöns nordspets.

tenytan inte kan förväntas hållas uppe mycket över Mälarens nivå. Vid husen söder om Sjöborg når grundvattennivån mindre än en halv meter över sjöns yta.

Detta betyder att grundvattnet i åsen sannolikt ingenstans når över 1 meters nivå, utom möjligen i mer isolerade hållkar. (Se fig. 1.1.a.) Av denna anledning förekommer inga grundvattennivåkurvor på kartutsnittet. Grundvattnet rör sig sannolikt över allt ut mot stranden, så som den enda strömningspilen visar.

Dessa förhållanden antyder goda möjligheter för infiltrationsanläggningar för konstgjord grundvattenbildning. Svårigheten kan vara att finna tillräckligt stort magasin under grundvattenytan för att det skall vara möjligt att anlägga uttagsbrunnar. De bästa förutsättningarna för ett mäktigare grundvattenmagasin finns sannolikt i området närmast Sjöborg. I detta område är berggrundsytan sannolikt belägen på större djup beroende på att den blivit nederoderad i anslutning till de stora sprickzonerna – svarta, grova linjer på kartan.

Källan som är markerad på kartutsnittet mynnar som ett mer eller mindre koncentrerat flöde i strandkanten under sjöytan, varför vattenflödet inte låter sig mätas upp.

Norr om Janslunda på Selaön, vid Sjöborg är åsen mycket mäktig och reser sig högt över omgivningen. Den når mer än 30 m över Mälarens yta. Åskrönet är utpräglat ryggformat med branta sidor.

Det höga åsläget samt intilliggande hållar och moränområden ger anledning att misstänka att bergsläget är högt även under åsen. Om så är fallet kan grundvattenmagasinen vara förhållandevis små.

Materialet i åsen förefaller mestadels vara relativt grovt, varför grundvat-

Åsens läge i och vid Mälaren gör förutsättningarna för större grundvattenuttag liknande de som beskrivits i föregående avsnitt angående Oknön – Aspön.

Georadarmätningar (gul linje på kartutsnittet) har utförts i ett gammalt grustag vid Gröndalsviken. Mätresultaten visas i georadarprofilen fig. 3.5.2.b. Bergytan är inte helt tydlig, men av mätningarna framgår att berggrundsytan vid stranden ligger på ca 10 m djup och att den höjer sig ganska brant ungefär 100 m från stranden till en nivå strax under Mälarens nivå. På detta ställe är grundvattenmagasinet således endast längs stranden tillräckligt mäktigt för att kunna utnyttjas för större grundvattenuttag.

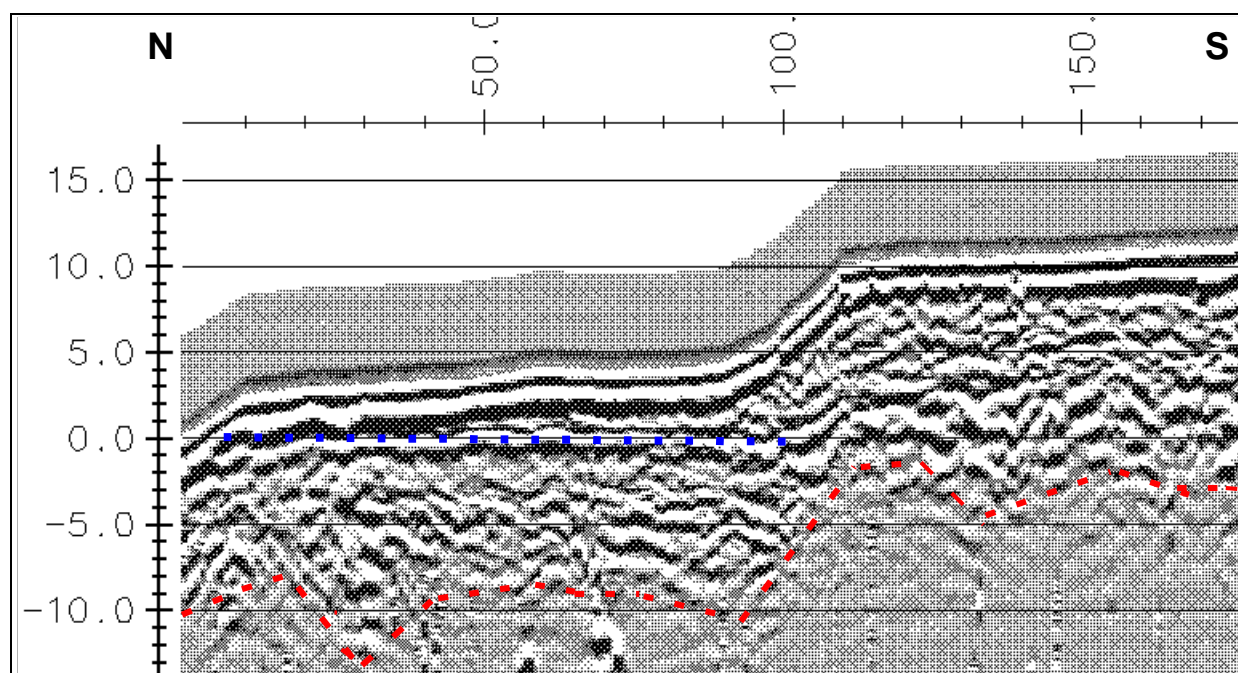


Fig. 3.5.2.b. Georadarprofil från stranden vid Gröndalsviken på Selaöns nordspets mot söder. Grundvattenytan, som huvudsakligen sammanfaller med Mälarens nivå (0,0 m i profilen), är markerad med blå streck. Berggrundsytan är markerad med röda streck.

I avsnittet från Selaöns nordspets vid Kråkudden och till Ekebyvik, en sträcka på ca 4 km, har åsen markerats med blå färg och således vattenförande i hela sin längd och bredd. Georadarprofilen ovan visar emellertid att höga berglägen kan förekomma. Det får bedömas som mycket sannolikt att flera större eller mindre avsnitt av åsen ligger på höga berglägen och således inte har något egentligt grundvattenmagasin. Det har dock inte varit möjligt att inom ramen för givna resurser kartlägga dessa förhållanden. Sannolikt borde flera partier av detta åsavsnitt markerats med brun färg, särskilt i åsens östra flank.

Uttagsmöjligheterna i detta område torde, trots förekomst av höga berglägen, vara av storleksordningen mer än 30 l/s.

3.5.3. Grundvattendelaren vid Åsa.

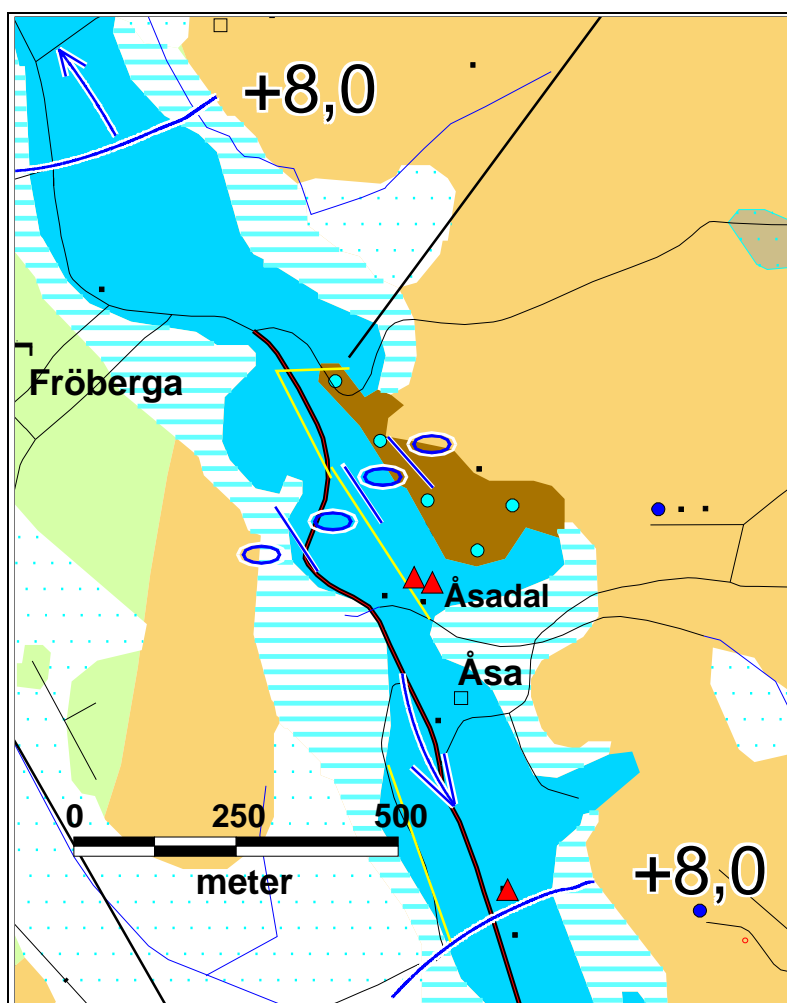


Fig. 3.5.3 a. Grundvattendelarområdet vid Åsa.

visar att även ett övre, mindre grundvattenmagasin förekommer i området. För att detta förhållande skall vara möjligt måste ett tätt lerskikt förekomma några meter ner under de övre gruslagren (vilka därför sannolikt är svallgrus) och bära upp det övre grundvattenmagasinet. De två brunnarnas lägen framgår av de två röda markeringarna vid Åsadal mellan Åsa och grundvattendelaren.

Den källa som ligger strax öster om vägen ca 1 km söder om Åsa utanför kartutsnittet och som ibland kallas för Fröjdeborgs källa (enligt gammal folktro en fruktbarkälla) rinner fram på en nivå av ca 17 m ö.h. Eftersom grundvattennivån i åsens huvudsakliga grundvattenmagasin i detta område ligger mellan 7 och 8 m ö.h. måste vattnet i källan komma från ett övre, mindre magasin.

Det övre grundvattenmagasinet vid Åsadal och det vid Fröjdeborgs källa har sannolikt inte någon hydraulisk förbindelse med varandra.

Åsens förlopp i höjd med källan är osäkert. Det mesta pekar nu på att åsens centrala delar är belägna under leran öster om källan.

På Selaön förekommer endast en grundvattendelare i åsen. Den är belägen ca 400 m nordväst om gården Åsa. Grundvattendelaren är sannolikt rörlig. Detta grundas på att inga indikationer på höga berglägen har framkommit i detta område, samt på att grundvattnets gradienter i åsen är normala. Det vill säga av storleksordningen några få promille.

Den högsta grundvattennivå, som uppmätts i grundvattenmagasinet i åsen är 8,60 m ö.h. i en djupborrad brunn vid Åsadal söder om grundvattendelaren. I en grävd brunn intill var grundvattennivån samtidigt ca 12 m högre. Detta

3.5.4. Åsen vid Stallarholmen – Toresund

Vid Kyrkviken förekommer en mindre källa vid gården Olofslund. Vattnet har provtagits för kemisk analys och analysresultatet visas i tabell, avsnitt 9.3. Där framgår att vattnet är av mycket god kvalitet, med bl.a. låga järn-, mangan- och nitrathalter. Förhållandena på platsen tyder på att flödet i källan endast är en mindre del av det totala grundvattenflödet från åsen ut i viken, vilket kan uppskattas till sammanlagt omkring 5 l/s (18 000 l/tim).

Denna vattenmängd skulle sannolikt kunna ökas väsentligt vid pumpning ur brunnar i närheten av stranden genom att man då skulle kunna erhålla inducerad infiltration av sjövattnet, något som illustreras av den blå, tandade linjen längs strandkanten på kartan.

Området omedelbart söder om källan utgörs av ett utbrutet grustag. Någon information om påträffat berg eller höga berglägen i övrigt är inte känd härifrån. Några geofysiska mätningar eller sonderingsborrningar har inte heller utförts i samband med den nu genomförda grundvattenkarteringen, varför grundvattenmagasinets mäktighet f.n. är okänd.

Om detta område skulle visa sig bli av intresse för t.ex. den kommunala vattenförsörjningen bör man i första hand undersöka berggrundsytans läge och kornstorleksfördelningen i åsen för att kunna bestämma grundvattenmagasinets mäktighet och vattengenomsläpplighet. Detta är vad som i första hand avgör möjligheterna till grundvattenuttag. Under normala omständigheter skulle man här troligen kunna ta ut betydligt mer än 15 l/s (> 54 000 l/tim).

Förstärkning av grundvattentillgången med infiltration av Mälärvatten för att öka uttagsmöjligheterna är sannolikt också genomförbart på detta ställe.

I åsavsnittet mellan Toresund och Herresta förekommer en grundvattendelare, som syns längst ner till höger i fig. 3.5.4.a. Den har påvisats med geofysiska mätningar, främst seismik. Som framgår av den seismiska profilen fig. 3.5.4.b., så är den betingad av högt bergläge. Detta innebär att denna grundvattendelare är fast, och inte förskjuts åt något håll vid eventuella, större grundvattenuttag i närheten.

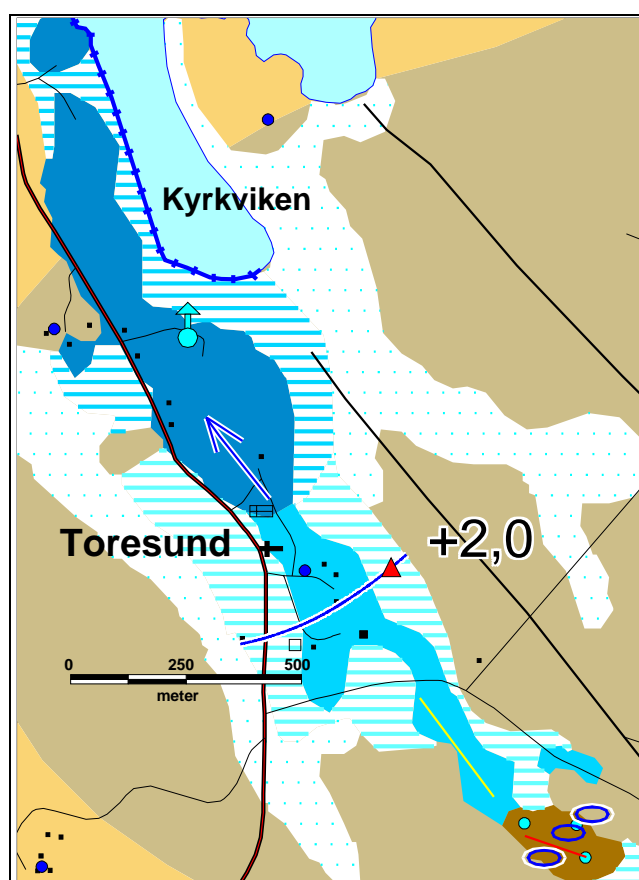


Fig. 3.5.4.a. Åsen vid Toresund

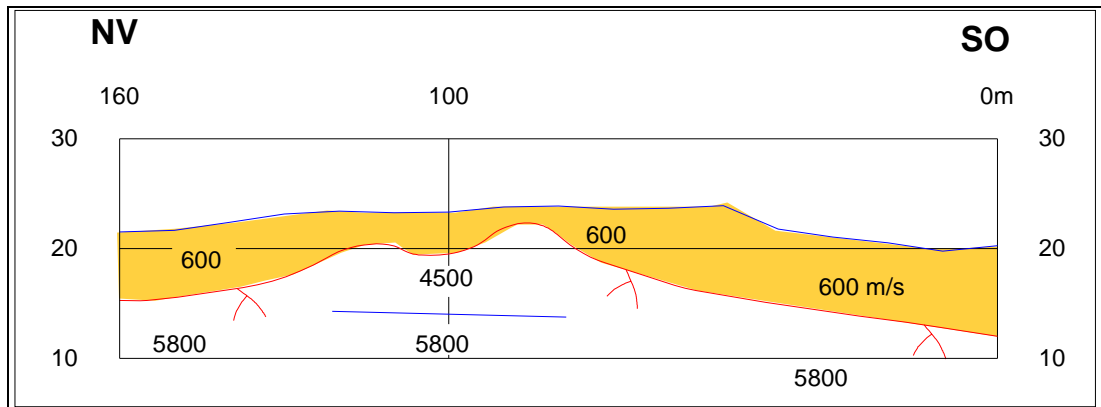


Fig. 3.5.4.b. Seismisk profil uppmätt i åsen ca 1 km SO om Toresunds kyrka. Den visar att grundvattendelaren är betingad av högt bergläge och att åsen här saknar grundvattenmagasin.

De seismiska hastigheterna visar att torrt sand och grus (600 m/s) utan något grundvattenmagasin vilar direkt på berget (5 800 m/s). Skiktet med hastigheten 4 500 m/s utgörs sannolikt av sprucket ytberg. Det är möjligt att området med högt bergläge (brunt på kartan) är tilltaget i underkant och att de höga berglägena sträcker sig längre mot såväl nordväst som sydöst.

3.5.5. Landholmen, Herresta

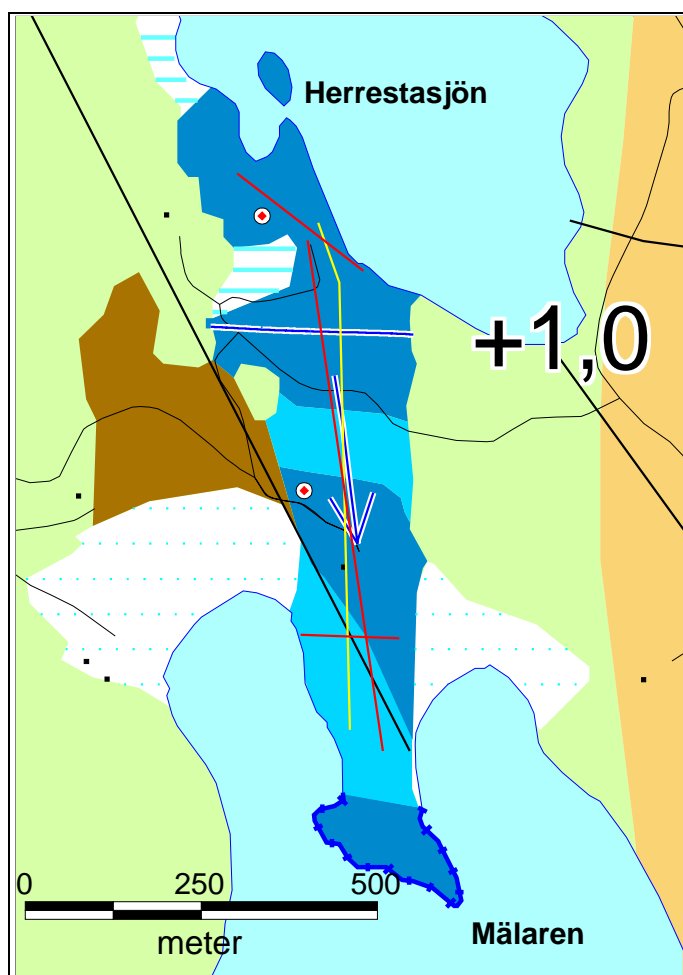


Fig. 3.5.5.a. Åsavsnittet mellan Mälaren och Herrestasjön.

Åsavsnittet mellan Herrestasjön och Mälaren har undersökts såväl med georadar som med seismik i ett flertal profiler. Georadarmätningarna har här haft dålig djupkänning, sannolikt beroende på förhållandevis finkornigt material i de ytliga lagren. Seismiken däremot har givit klara och tydliga mätresultat.

Av kartutsnittet, fig. 3.5.5.a., framgår att grundvattenströmmen går från norr mot söder. Detta innebär att vattnet i Herrestasjön till viss del infiltrerar i åsen och rinner ut i Mälaren vid Landholmen. Omfattningen av detta flöde torde emellertid inte vara särskilt stor. Flödet är också beroende av hur vattenstånden i Herrestasjön och Mälaren förhåller sig till varandra, något som kan variera med tiden. Skillnaden torde oftast röra sig om någon eller några decimeter.

Av den seismiska profilen, fig. 3.5.5.b., framgår att bergläget ungefär halvvägs mellan sjöarna når så högt, att det når nästan upp till grundvattenytan. Man får här bedöma att det mellan sjöarna förekommer berglägen som är såväl något högre som något lägre än vad den seismiska profilen visar. Det torde därför inte finnas någon grundvattendelare i åsen mellan sjöarna, inte ens vid låga vattennivåer i Mälaren.

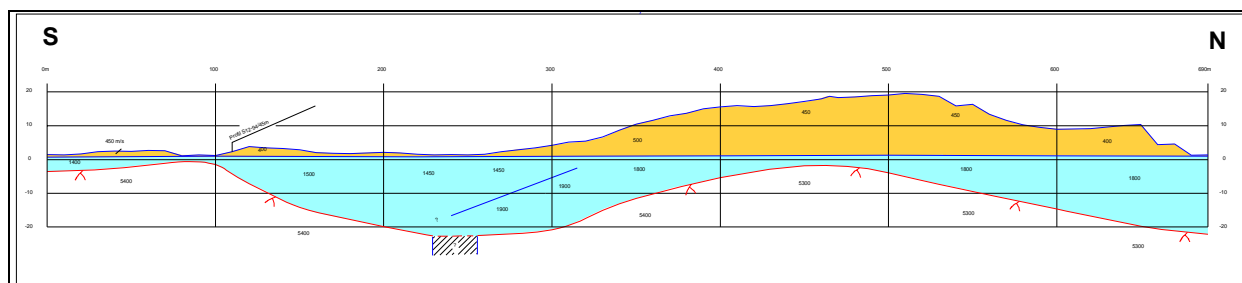


Fig. 3.5.5.b. Seismisk profil mellan Mälaren i söder och Herrestasjön i norr.

De seismiska mätningarna visar att grundvattenmagasinets mäktighet är betydande vid såväl Herrestasjön som vid Landholmen, mellan 20 och 25 m. Den seismiska hastigheten på dessa ställen är 1900 m/s, vid Landholmen åtminstone på djupet. Denna hastighet antyder grovt material av sand och grus, med hög genomsläpplighet och goda möjligheter till större grundvattenuttag.

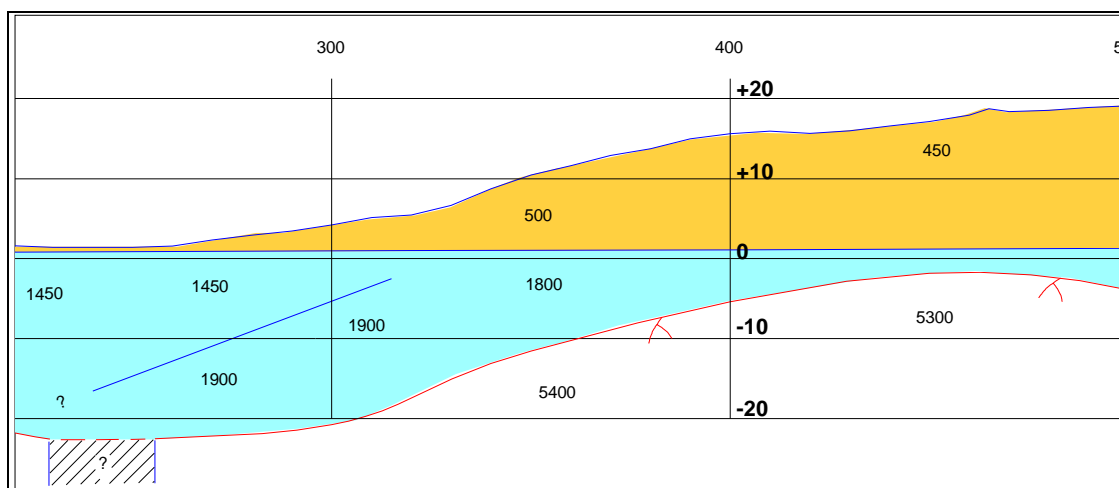


Fig. 3.5.5.c. Detalj av fig. 3.5.5.b.

I avsnittet strax söder om Landholmen stigen berggrunden åter. Detta kan betyda att grundvattenmagasinet vid Landholmen är mycket begränsat. Den seismiska hastigheten 1450 – 1500 m/s antyder att materialet kan vara något finkornigt och innehålla en hel del silt. Genomsläppligheten är i så fall inte så stor, vilket minskar möjligheterna till större grundvattenuttag i detta avsnitt. Den seismiska profilen, fig. 3.5.5.d, pekar emellertid mot att huvuddelen av grundvattenmagasinet är beläget öster om udden vid Landholmen, och i så fall kan grundvattenmagasinet ha en betydande förlängning ut i Mälaren med en dragning mot sydöst. Detta skulle i sin tur innebära goda möjligheter för inducerad infiltration vid större grundvattenuttag.

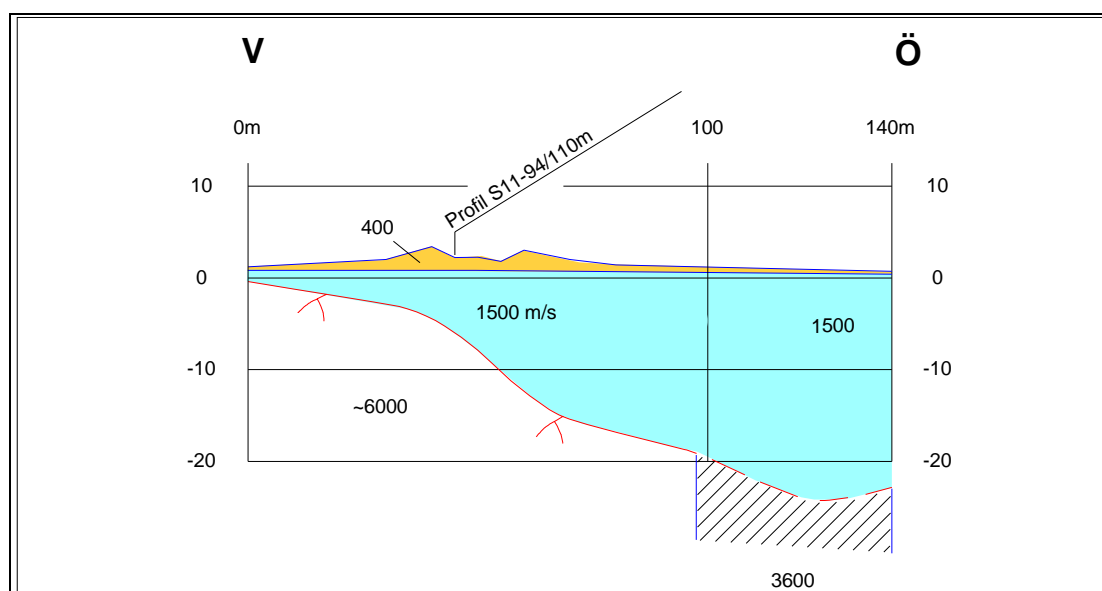


Fig. 3.5.5.d. Väst – östlig, seismisk profil över åsen söder om Landholmen, Herresta.

Låghastighetszonen 3 600 m/s mellan 100 och 140 m i profilen visar att det i detta avsnitt förekommer en större sprickzon i berggrunden, vilken också kan ha en viss betydelse för grundvattentillgången i detta område.

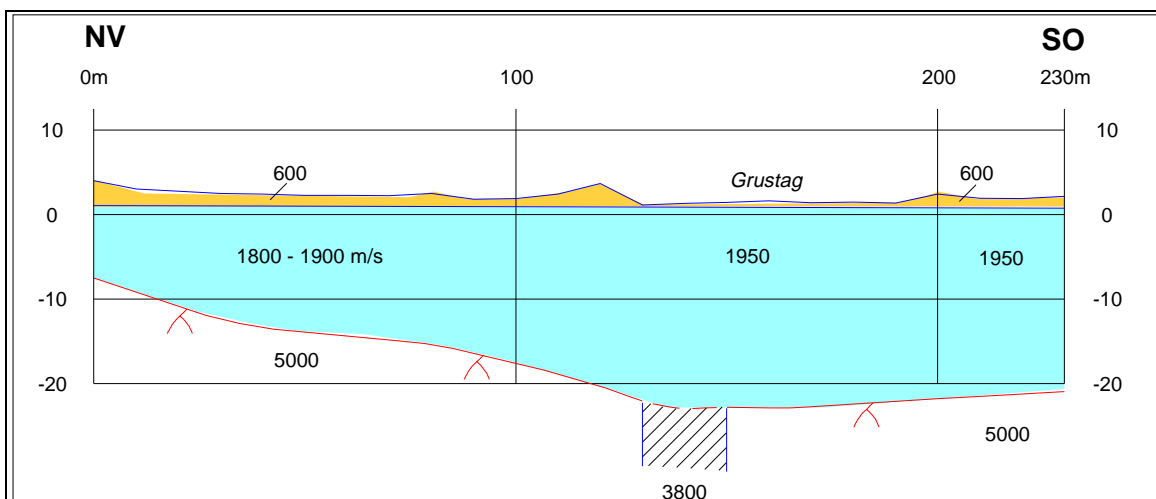


Fig. 3.5.5.e. Seismisk tvärprofil längs södra stranden av Herrestasjön.

De seismiska hastigheterna i fig. 3.5.5.e. antyder ett förhållandevis grovt, sandigt - grusigt material, med hög genomsläpplighet.

Kemiska analyser har utförts på vattenprover tagna i observationsrören vid Landholmen och vid Herrestasjön. Analyserna kommenteras resp. redovisas i avsnitt 4.3. och 9.3.

Uttagsmöjligheterna torde vara betydligt högre än 30 l/s.

3.5.6. Kalkudden, Mariefred

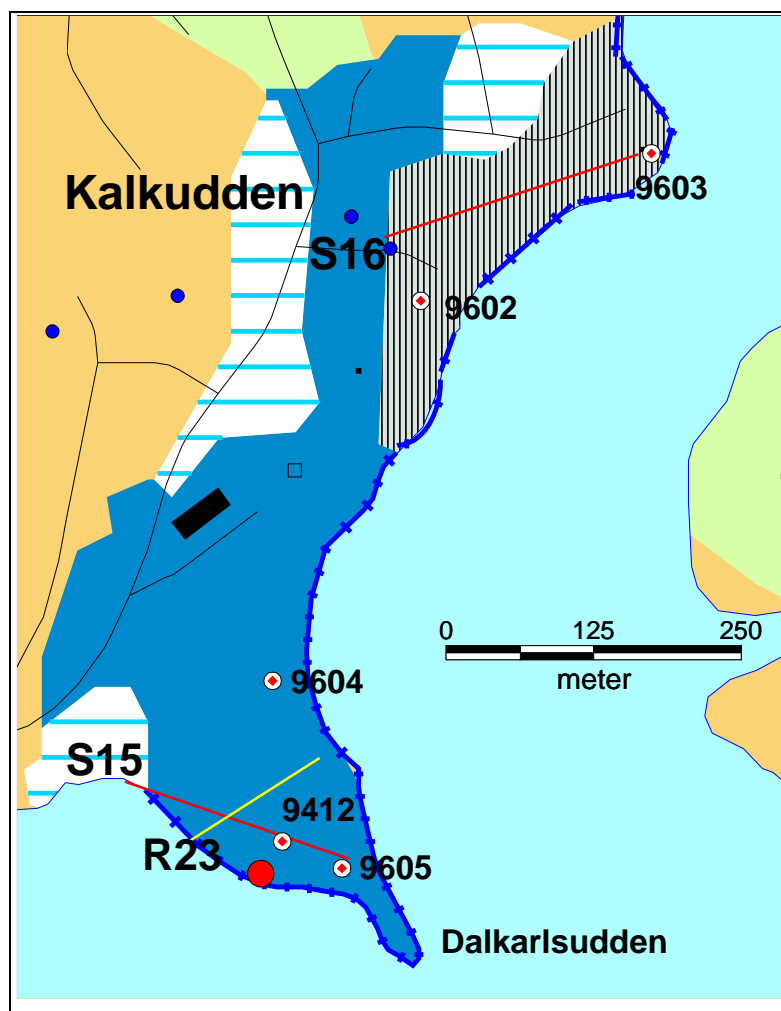


Fig. 3.5.6.a. Åsen vid Kalkudden.

Söder om Landholmen vid Herresta är åsen helt och hållet belägen under Mälarens yta på en sträcka av ca 3,5 km. Åsen är visserligen inte påvisad där, men det finns ingen anledning att tro att den inte skulle finnas där. Åsen dyker sedan upp i form av två öar i Ramsösundet och ön – halvön Kotan ett par hundra meter norr om området som visas i kartutsnittet fig.

3.5.6.a. Söder ut från kartutsnittet dyker åsen åter ner under vattenytan, för att efter ca 700 m komma upp vid Härnön.

Vid en eventuell brunnsanläggning vid Kalkudden kan man räkna med mycket goda förutsättningar för inducerad infiltra-

tion och man skulle kunna likna åsen med ett stort sandfilter nedsänkt i Mälaren.

I norra delen av området utgörs de översta marklagren (1 – 3 m) av fyllningsmassor (gråstreckat område). Detta är huvudsakligen sten och tegelrester efter ett rivet tegelbruk. Under dessa finns åsens sand- och gruslager. Därför har beteckningen för inducerad infiltration (mörkblå markering längs stranden) lagts även vid detta område.

Vid Kalkudden har två seismiska profiler uppmätts, S 15 och S 16 samt en georadarprofil. De seismiska profilerna visar att grundvattenmagasinet är ca 10 m mäktigt i söder, vid Dalkarlsudden (se fig. 3.5.6.b.) och att mäktigheten tilltar mot norr. Av den seismiska profilen fig. 3.5.6.c. framgår att grundvattenmagasinet har sin största mäktighet längst i norr där borrhningen 9603 är utförd.

Av båda profilerna framgår att grundvattenmagasinet har oförminskad mäktighet ut mot strandkanterna, vilket betyder att åsen har en betydande fortsättning ut under Mälaren.

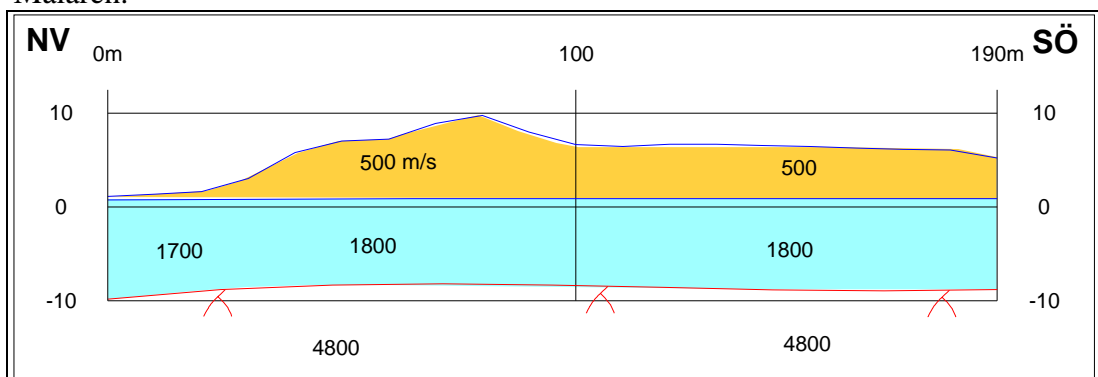


Fig. 3.5.6.b. Seismisk profil, S 15, vid Dalkarlsudden.

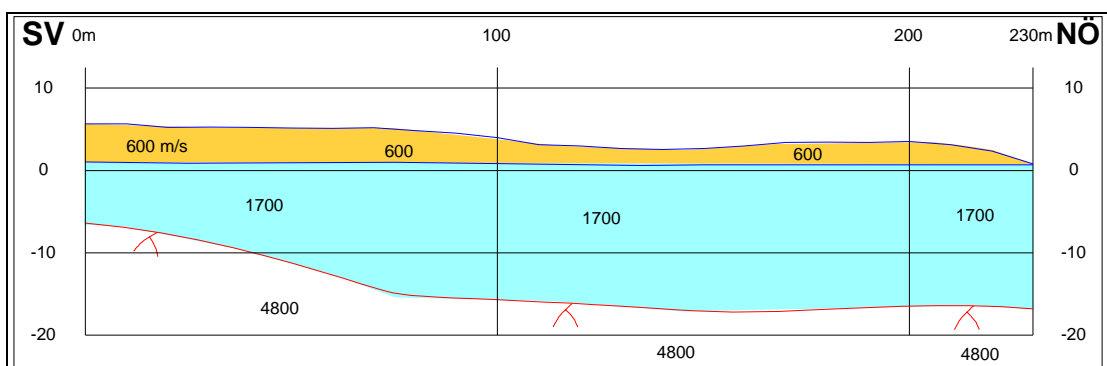


Fig. 3.5.6.c. Seismisk profil från norra delen av åsavsnittet vid Kalkudden.

Resultaten från borrhningarna 9602 - 9605 är (m):

9602	9603	9604	9605
0-3 Fyllning	0-2 Inget prov	0-4 Jordblandad sand	0-3 Jordblandad grovmo
3-4 Sand	2-3 Grus	4-5 Sand	3-5 Grovmo
4-5 Sandigt grus	3-4 Sandigt grus	5-6 Sand/grovsand	5-6 Inget prov
5-7 Grusig sand	4-6 Grovsand	6-11 Sand	6-8 Grovsand/grus
7-11 Sand/grovmo	6-7 Sandigt grus	11-14 Sandigt grus	8-12 Grus
11-12 Sand	7-8 Grus	14-15 Sand	12-14 Grusig grovsand
12-13 Sandigt grus	8-9 Grovsand	15-16 Grovmo/finsand	14-16 Sand
13-19 Grus	9-10 Sandigt grus	16-17 Sand	16-17 Sand/grovsand
Fortsatt bornn. möjlig	10-12 Grus	17-18 Grovsand	Stopp mot berg
	12-13 Grovsand	18-19 Sand	
	13-14 Grus	Fortsatt bornn. möjlig	
	14-15 Grovsand/grus		
	15-17 Grus		
	Fortsatt bornn. möjlig		

Beträffande dessa borresultat kan sägas att borrhål **9602** uppvisar mycket bra och *genomsläppligt material mellan 12 och 19 m*. Under pågående borrhning kontrollerades salthalten vid detta såväl som i alla andra borrhningar, varvid det kunde konstateras att salthalten visade en svagt stigande tendens mot djupet.

Vid borrhål **9603** är *genomsläppligheten mycket god mellan 5 och 17 m*. Salthalten steg dock förhållandevis kraftigt mellan 14 och 17 m - från 69 mg/l Cl till 209 mg/l.

Av denna anledning avbröts borrhningen.

Borrhål **9604** uppvisar inte lika grovt material och genomsläppligheten är sämre. Kloridhalten var 20 mg/l, vilket är utan anmärkning.

Borrhål **9605** uppvisar ett grovt och mycket *genomsläppligt material mellan 8 och 17 m*. Kloridhalten var 21 mg/l och visade ingen tendens till ökning mot djupet.

Slutsatsen av dessa undersökningar är att åsen norr ut från Kalkudden, där den på långa sträckor är belägen under Mälaren, sannolikt har kvar en hel del salt vatten från tiden när området var täckt av hav. Se även avsnitt 5. om salt grundvatten.

Från Kalkudden/Dalkarsudden och söder ut har uttvättningen av salt vatten sannolikt varit effektivare. Åsen är här belägen under Mälaren på en mycket kortare sträcka. Den är också omgiven av högre belägna landområden, som skapat en effektivare hydraulisk gradient med snabbare vattenomsättning. Dessutom torde sundet söder om Dalkarsudden vara mer strömt än vattenområdena norr ut från Kalkudden. Denna vattenström har sannolikt också bidragit till uttvättning av ursprungligt salt grundvatten i åsen.

I åsavsnittet vid Kalkudden framstår därför det sydligaste området, vid Dalkarsudden, som mest lämpligt att utnyttja för större grundvattenuttag. Preliminärt skulle man här kunna uppskatta uttagsmöjligheterna till att vara av storleksordningen 50 l/s, huvudsakligen betingat av inducerad infiltration.

4. Grundvattnets kemi

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

Grundvattnets surhet, *vätejonkoncentrationen*, anges som *pH*. Låga pH-värden kan bero på effekter av den sura nederbörden, men kan också ha naturliga orsaker. Ett ytligt grundvatten som är naturligt surt p.g.a. hög halt humussyror och/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 Mälarenregionen 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 avsnitt 5 som berör frågan om salt grundvatten 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.

4.2. Grundvattnets kemi i Strängnäs kommun

Kartorna över olika kemiska parametrar, som visas i [fig. 4.2.a. – h](#) grundar sig på en sammanställning av tidigare insamlade kemiska analyser från kommunens eget Miljö- och hälsoskyddskontor. Brunnarna utgör en blandning av brunnar som får sitt vatten från jordlagren och brunnar som får sitt vatten från berggrunden. Totala antalet kemiska analyser som kartorna grundar sig på är drygt 600. Fördelningen mellan de olika brunnstyperna är inte känd.

Kartorna är s.k. Krigingkartor. Med Krigingkartor kan man se om speciellt höga eller låga värden är koncentrerade till ett visst område. Kriging är en interpolationsmetod som bygger på att data är rumsligt korrelerade, d.v.s. variationen mellan data är mindre för brunnar som ligger nära varandra än för mer avlägsna brunnar. Vid interpoleringen undersöker man först på vilket sätt mätdata varierar när de inbördes avstånden mellan brunnarna ökar. Metoden tar också hänsyn till om data är riktningberoende. På kartorna redovisas lägena för de brunnar som ingår i beräkningarna för respektive parameter. I områden där brunnar saknas eller där det endast finns enstaka brunnar blir resultatet naturligtvis mer osäkert än i områden där det finns många brunnar.

Vid jämförelse mellan ”Strängnäskartorna” över olika kemiska parametrar och motsvarande kartor över hela landet, uppdelade på jordbrunnar och bergbrunnar, tycks man kunna dra den slutsatsen att de flesta brunnarna i kommunens databas är bergborrade brunnar.

Totalhårdhet: Grundvatten med hög totalhårdhet är mycket vanligt i merparten av östra Svealand. Orsaken är bl.a. de höga kalkhalterna i jordlagren. Kalken kommer från Gävlebuktens botten och transporterades av inlandsisen söder ut under istiden. Totalhårdheten är lägre i de södra delarna av kommunen, vilket sannolikt har sin förklaring i att inslaget av kalk i jordlagren generellt sett minskar från Gävlebukten och söderut.

Alkalinitet: Även alkaliniteten är lägre i söder än i norr. Alkaliniteten samvarierar med totalhårdheten.

Surhet: pH-värdena i jordbrunnarnas vatten är i allmänhet högre än i de flesta områden i Sverige. Det är ett resultat av de vittringsbenägna jordarterna i kommunen. Mer omfattande problem med surt brunnsvatten torde inte förekomma. Variationen i pH uppvisar inte något tydligt geografiska mönster.

Sulfat: De höga halterna är betingade av de geologiska och hydrogeologiska förutsättningarna inom kommunen som generellt sätt ger höga halter av lösta ämnen. Variationen inom kommunen tyder på samband mellan höga sulfathalter och höga kloridhalter i grundvattnet. De högsta halterna är huvudsakligen knutna till de låglänta områdena i den nordligaste delen av kommunen.

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

Klorid: Kloridhalterna är högre i de låglänta områdena kring Mälaren. Detta förhållande är väl dokumenterat även i andra trakter. Salt grundvatten diskuteras närmare i avsnitt 5.

Konduktivitet: Konduktiviteten, d.v.s. grundvattnets elektriska ledningsförmåga är högre i de norra och låglänta delarna av kommunen, vilket hänger ihop med högre kloridhalter och högre sulfathalter i dessa områden.

Nitrat: Det ytliga grundvattnet är mer sårbart och vattnet i jordbrunnarna har vanligen högre halter än vattnet i bergbrunnarna. Höga halter, främst i jordbrunnar, sammanfaller i viss mån med områden som utgör jordbruksmark som gödslas. De kan även bero på påverkan från avlopp och liknande.

4.3. 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 i avsnitt 9.3. Proverna är tagna i områden som har eller kan få visst intresse för den kommunala vattenförsörjningen och där vattenkvaliteten i de flesta fall tidigare inte varit känd.

Proverna på vattnet från observationsrör och brunnar är i de flesta fall uttagna efter en omsättning av ca 2 000 liter.

Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten visas i avsnitt 3.1.7.

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). Detta beror på redoxpotential och syreförhållanden, vilka kan variera på detta sätt. Järn och mangan går i lösning eller faller ut. Detta kan man se tydligt t.ex. i många grustag där vissa mycket väl avgränsade lager kan vara starkt rostfärgade av järn och/eller svartfärgade av mangan. Av denna anledning kommenteras inte höga järn- och manganhalter vidare.

Strängnäsåsen uppvisar i huvudsak grundvatten med god kvalitet. Här kan man konstatera att vattenkvaliteten i Grundbroområdet inte tycks ha påverkats i någon stör-

re omfattning av grustäcker och nuvarande vägar. (Analyser på vatten från källorna Grundbro, Vrå och Åby.) Kolväteföreningar har dock inte analyserats.

Analysen på prov från rör 7622 är från det område vid Berga, där man tidigare (1970-talet) gjort undersökningar av grundvattentillgångarna för vattenförsörjningen till Åkers Styckebruk. Som tidigare nämnts fann man grundvattenmängder av storleksordningen 30 l/s. Då nitrathalterna emellertid var så pass höga som 10 – 20 mg/l övergav man detta ställe.

Nitrathalten i prov från rör 7622 var i föreliggande analys, ca 20 år senare, <0,5 mg/l samt nitrit- och ammoniumhalterna under detektionsgränsen. Även om detta prov är uttaget ca 700 m från det tidigare tilltänkta brunnsområdet får man anta att de grundvattenkemiska förhållandena nu ändrats väsentligt i området. Provet är taget nedströms i grundvattnets flödesriktning, varför det inte i särskilt hög grad torde avvika från förhållandena i ovannämnda brunnsområde.

Skälet till denna kraftiga nedgång i nitrathalt är sannolikt att man sedan undersökningarna på 1970-talet har upphört med en omfattande boskapskötsel inkluderande en mjölkningsanläggning i direkt anslutning till brunnsområdet.

Beträffande vattenanalyserna av prov från observationsrören vid Lurudden och Ångbåtsbron inne i centrala Strängnäs kan följande påpekas.

Lurudden: Detta rör är beläget nära kommunens vattentäkt på Visholmen. Analysen visar något högt värde på ammonium, som kan antyda påverkan från avlopp. Eftersom en del av det vatten som tas ut vid Visholmen kan komma från detta område, bör man regelbundet genom provtagningar övervaka eventuella förändringar i vattenkvalitén i detta rör.

Ångbåtsbron: Analysen visar höga kalium-, nitrit-, nitrat- och fosfathalter. Detta är en klar indikation på förorening av avlopp eller gödsel. Detta bör kontrolleras, men föroreningen kan knappast nå Visholmen, beroende på stort avstånd och stor utspädning vid en eventuell grundvattentransport fram till vattentäkten.

Selaöasen d.v.s. åsen på Selaön inklusive åsavsnittet vid Aspö (analys Näsudden) uppvisar generellt ett hårt vatten med höga kalciumhalter samt höga sulfathalter. Detta förhållande är mycket påfallande och åsavsnittet skiljer sig i detta avseende klart ifrån de andra i kommunen.

Åsavsnittet **Mariefred – Toresund** d.v.s. från Dalkarlsudden till Kyrkviken vid Toresund har något höga värden på hårdhet och sulfathalt i norr (källan vid Olofslund). Analysen på prov från Landholmen S visar ett något för högt värde på nitrit. Sannolikt är detta naturligt betingat och inte orsakat av någon förorening.

Prov vid **Dalkarlsudden** visar ett något för högt aluminiumvärde. Vid ett större grundvattenuttag nära sjöstranden, som t.ex. vid Dalkarlsudden, Aspön eller Toresund, kommer vatten från sjön att infiltrera och renas i grundvattenmagasinets sand- och gruslager. Detta vatten kommer att utgöra den största delen av det vatten som tas ut i brunnen (på samma sätt som vid Visholmen). Därvid kommer grundvattnets kemiska sammansättning med största sannolikhet att vara något annorlunda jämfört med föreliggande analys. Den här något höga aluminiumhalten (samt järn- och manganhalterna) behöver därför inte tillmätas någon större betydelse.

Byringeåsen uppvisar huvudsakligen bra analysvärden, t.ex. **Byringe källa**, men pH-värdet i analysen från observationsröret vid Hult är något lågt.

Utöver de kemiska analyserna från ovannämnda åsavsnitt finns en analys från en källa vid **Adolfsberg** strax söder om Marietorp vid vägen mot Nyköping. Denna analys visar ett vatten som är ganska surt (pH 6,6) och med bl.a. mycket låg hårdhet. Vattnet kommer sannolikt från svallgrusavlagringarna söder om Adolfsberg. Det härrör därför från ett grundvattenmagasin med liten mäktighet och snabb vattenomsättning till skillnad från övriga analyser, som kan knytas till djupare och större grundvattenmagasin med betydligt längre omsättningstid.

Provet vid **Ådalskvarn** härrör från grundvatten i sand- och gruslager, under lera. Detta lager tillhör åsstråket som sträcker sig från Vaxängsfjärden i norr till (ovannämnda) Adolfsberg, och som är dolt under leran ända från Strängnäs flygplats till strax norr om Ådalskvarn. Någon mäktighet som skulle medge större grundvattenuttag har emellertid inte påträffats. Sand- och grusskikten i avlagringen är också förhållandevis dåligt sorterade. Vid Ådalskvarn skulle man kanske kunna ta ut 1 – 3 l/s (3 000 – 10 000 l/tim).

5. Salt grundvatten och motåtgärder

5.1. 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 över allt, inte bara nära kusten och inte heller endast i områden som efter 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 en saltlake med salthalt av storleksordningen 100 000 mg/l. Motsvarande saltlake har nu påträffats även i Oskarshamnsområdet och på "endast" ca 1 000 m djup. Sannolikt har denna saltlake inget direkt med forntida havsvatten att göra. Den har antagligen med kemisk balans mellan cirkulerande vattenlösningar och jordskorpan på stora djup att göra.

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 metodbeskrivningen, avsnitt 8.3.

Geoelektriska sonderingar har genomförts på 6 olika platser i Strängnäs kommun. Se även kartan [fig. 4.2.f](#).

Djup från markyta till gränsen mellan sött och salt grundvatten:

– Oknön	200 m
– Östra delen av Aspö	250 m
– Nordöstra delen av Selaön	220 m
– Nordöst om Sanda på Tosterön	300 m
– Norr om Fogdö kyrka	300 m
– Skogsområdet söder om Åker	1 500 m

Som jämförelse kan följande uppgifter lämnas

– Harstena i Östergötlands skärgård	50 m
– Smådalarö i Stockholms skärgård	150 m
– Utö " "	200 m

Dessa värden får inte ses som största tillåtna borrhjup utan måste ses 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 fig. 5.1.a.

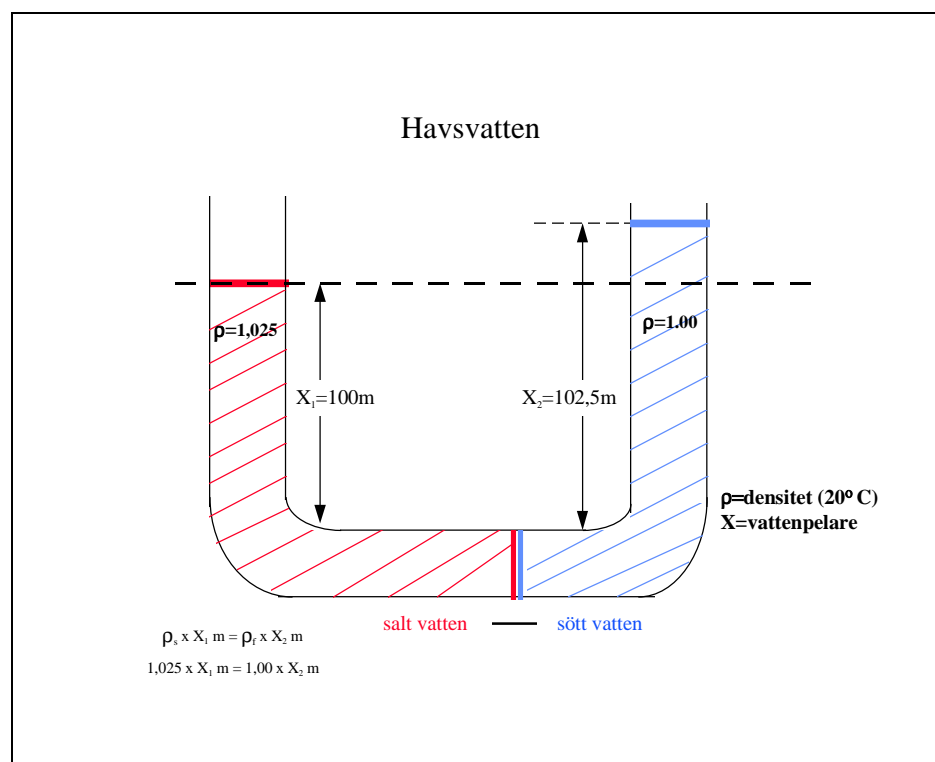


Fig. 5.1.a. Enligt principen om kommunicerande kärl balanseras en 102,5 m pelare med sött vatten av en 100 m pelare med salt vatten (3,5 %).

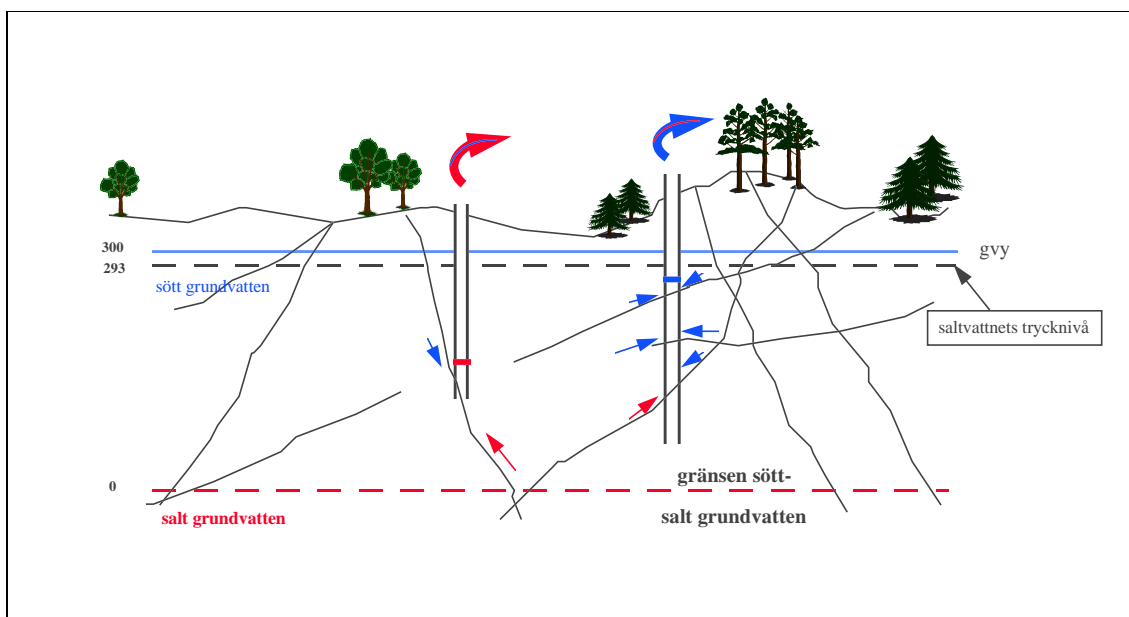


Fig. 5.1.b. Brunnen till vänster får vatten från i huvudsak en, dåligt vattenförande spricka. Den övre delen av sprickan töms efter en tid på sitt söta vatten. Via den undre delen av sprickan trycks det salta vattnet upp utan att sina. Brunnen ger vatten med hög salthalt. Brunnen till höger får vatten 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.

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 sprickor som via en brunn når ner till saltvattnegränsen, om man genom pumpning dränerar ut sötvattnet i sprickorna. I de flesta fall får man emellertid inte ett "rent" saltvatten utan tillförsel av ytterligare vatten från en mycket oregelbunden sprickighet kan ge vilka blandningsförhållanden som helst. Det är ju inte heller så att det salta grundvattnet man får upp vid pumpning i brunnar alltid har en viss bestämd salthalt.

Risken för salt grundvatten är, som tydligt framgår av karta [fig. 4.2.f.](#), störst i de låglänta delarna av kommunen, på öarna och på många ställen nära stränderna.

Trots att 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, särskilt i områden nära Mälaren, och hög saltvatten risk.

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, och dels med större och därmed effektivare hydraulisk gradient i höjdområden än i lågområden.

I princip avsnördes Mälaren från Östersjön genom landhöjningen någon gång kring 1100-talet. På grund av att vattennivåerna i Mälaren och i Östersjön varierar, förekommer det fortfarande – trots fortskridande landhöjning och Mälarens reglering – att nivån i Östersjön tidvis är högre än i Mälaren och att salt vatten kommer in i Mälaren.

Man kan därför säga att avsnörningen från havet ännu inte är fullständigt avslutad och att urtvättningen av salt grundvatten fortfarande pågår, särskilt i lågområdena kring Mälaren där det salta grundvattnet således dröjer sig kvar längst. Salt grundvattnet har på flera ställen påträffats i de stora åsarna där dessa är belägna i och i anslutning till Mälaren.

5.2. Åtgärder mot salt grundvatten

För att minska risken för salt grundvatten vid brunnborrning 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 [avsnitt 3.2.2](#).

Det är ofta bättre att borra ”gradade” borrhål d.v.s. med en avvikelse av 15 – 20 grader från vertikalplanet och att inte borra djupare än 40 – 50 m eller mindre 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 spolats 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 och dels för att undvika att hydraulisk förbindelse uppstår mellan salt vatten på djupet och andra närliggande brunnar – egna nya brunnborrningsförsök 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 gjas 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 iaktas 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 ju större blir risken för att man får in salt grundvatten i brunnen. Risken hänger i första hand i hop 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 var 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 allt för 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 så att den ursprungliga skiktningen av sött och salt grundvatten kan återhämta sig innan den åter börjar pumpas 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.

6. Grundvattnets sårbarhet

6.1. Allmänt om grundvattnets sårbarhet

6.1.1. 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, d.v.s. 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 förorenings-spridning till grundvattnet.

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

6.1.2. 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 genomsläplighet, förekomsten av skyddande skikt, avståndet till grundvattenytan, grundvattnets strömningsriktning och hastighet samt närheten till privata och kommunala vattentäcker.

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 fig. 6.1.2.a.

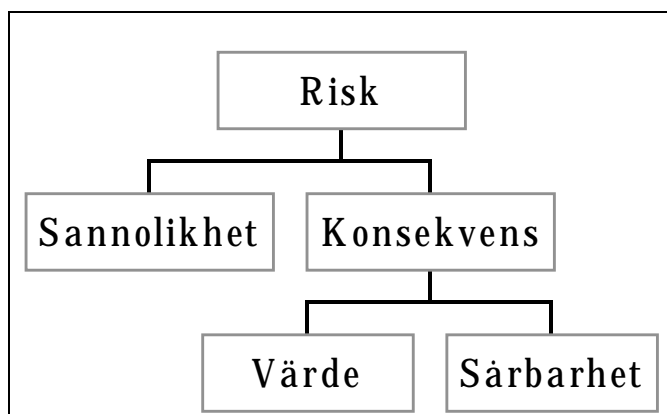


Fig. 6.1.2.a. Risk- och konsekvensanalys.

Grundvattnets sårbarhet och värde framgår av sårbarhetskartan respektive grundvattenkartan över Strängnäs kommun. Dessa kartor (och databaser) kan därför med fördel 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).

6.1.3. 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 kring vattentäkterna, ett inre och ett yttre. Områdena bestäms så, att det från gränsen mellan det inre och det yttre skyddsområdet skall ta mellan 60 och 100 dygn för grundvattnet att nå vattentäkten. Från det yttre områdets yttergräns skall transporttiden vara minst ett år. Helst skall det yttre skyddsområdet omfatta hela tillrinningsområdet till en grundvattentäkt. Hur stora områdena blir när det gäller brunnar i jord beror huvudsakligen på grundvattenmagasinens och jordlagrens sammansättning och utbredning samt avståndet till grundvattendelare. För bergborrade brunnar måste hänsyn tas till t.ex. berggrundens spricksystem och täckande jordlager när skyddsområdesgränserna bestäms.

Inom skyddsområdena gäller regler för vilken typ av verksamhet som får förekomma respektive är förbjuden. Kraven är naturligtvis strängare för den inre zonen än för den yttre. Skyddsområdesbestämmelserna utfärdas av länsstyrelserna.

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. Att se till att marken lutar utåt och är tät åt alla håll närmast brunnen och att ordna med något slags hägn omkring den är till stor nytta.

6.2. Kommentarer till underlagskartan för grundvattenskydd

Underlagskartan för grundvattenskydd (sårbarhetskartan) är en temaprodukt som bygger på kartan över Grundvattentillgångar i Strängnäs kommun.

Kartan är avsedd att utgöra ett beslutsunderlag vid den övergripande planeringen av markanvändningen i kommunen med hänsyn till skyddet av grundvattentillgångarna på såväl kort som på mycket lång sikt. Den ger en möjlighet att identifiera de viktigaste, potentiella riskområdena och vidta eller åtminstone planera lämpliga skyddsåtgärder. Sammanställd med uppgifter om t.ex. trafikförhållanden på vägarna, miljöfarliga transporter och hanteringen av miljöfarliga ämnen i kommunen kan man med detta underlag också genomföra riskanalyser och besluta om relevanta skyddsåtgärder.

Med kartan och databasen som grund har kommunen även ett underlag vid lokalisering av miljöfarlig verksamhet, MKB-utredningar samt planering och genomförande av miljöövervakningsprogram.

Underlagskartan för grundvattenskydd över Strängnäs kommun visar infiltrationsförhållanden i jordlagren, var infiltrationen sker snabbt och var den sker mer långsamt. Av kartan framgår var viktiga grundvattentillgångar finns som kan ta skada vid eventuell infiltration av miljöfarliga ämnen.

Färgsättningen är avsedd att fungera som ett enkelt signalsystem, där röd färg visar områden med hög sårbarhet, grön färg områden med låg sårbarhet och där gul färg visar områden med intermediär sårbarhet.

Områden med hög sårbarhet är sådana där spridningen av föroreningar kan ske snabbt och där det finns stora grundvattenmagasin som kan skadas, t.ex. i en grusås, som inte har något överlagrande, tätande lerskikt. Områden med låg sårbarhet är sådana där spridningen av föroreningar till grundvattnet kan ske mycket långsamt eller inte alls, t.ex. sådana där förekommande grundvatten är skyddat av överlagrande, tillräckligt mäktig lera, samt områden utan större grundvattentillgångar.

Kartan visar grundvattnets strömningsriktning, grundvattendelare och viktiga brunn-sanläggningar. Den visar även sådana potentiella miljörisker som t.ex. bensinstationer, miljöfarliga industrier och avfallsanläggningar, samt inte minst vägnätet. Av detta kan man i stora drag utläsa vilka spridningsvägar som skadliga ämnen vid eventuella utsläpp i marken skulle följa. Till exempel från potentiella föroreningskällor mot kommunala vattentäkter.

All grundvatteninformation är markerad med blå färg och de potentiella miljöriskerna med rödlila färg. Informationen om miljöriskfaktorerna bygger på databasen **KRUT**. I sårbarhetskartans digitala version kan man genom att ”klicka” på symbolen få mer information om respektive objekt.

Kartan är avsedd att utgöra ett beslutsunderlag vid den övergripande planeringen av markanvändningen med hänsyn till skyddet av grundvattenresurser för den kommunala vattenförsörjningen på såväl kort som på mycket lång sikt. Sammanställd med t.ex. sådana uppgifter som trafikförhållanden på vägarna – miljöfarliga transporter

och hanteringen av miljöfarligt gods vid industrier kan man med detta underlag också genomföra riskanalyser och besluta om relevanta skyddsåtgärder.

Sårbarhetskartan bygger på den digitala grundvattenkartan över kommunen, vilken i sin tur bygger på digitalt geologiskt kartunderlag i skala 1:50 000, information från äldre grundvattenutredningar samt på nya, detaljerade mätningar med georadar och seismik, sonderingsborrningar och grundvattennivåmätningar. De sistnämnda utförda i såväl gamla som nydrivna observationsrör samt i inventerade brunnar.

Infiltrationsförhållanden

Beträffande de infiltrationshastigheter som angivits för **infiltrationsbenägna jordarter med viktig grundvattentillgång** (röd färg) gäller dessa för den vertikala transporten av vatten från markytan ner till grundvattenytan. För de flesta oljor är hastigheten lägre (diesel 0,5 – 0,2 x vattnets, tjockare oljor 0,01 – 0,001 x vattnets) och för t.ex. bensin är den högre (1,5 x vattnets). För den vidare transporten i grundvattenströmmens riktning är hastigheten direkt proportionell mot gradienten, d.v.s. grundvattenytans lutning. Vad gäller oljor kan, även om oljan själv rör sig mycket sakta i jordlagren, tillräckligt stora mängder lösa sig i vattnet för att ge dålig smak åt det och röra sig vidare med samma hastighet som vattnet.

I infiltrationsbenägna jordarter med obetydlig eller utan grundvattentillgång (brun färg) kan föroreningar snabbt infiltrera i marken, men de bedöms inte kunna skada några större grundvattentillgångar i jordlagren. Däremot kan föroreningar snabbt spridas till, närbelägna, bergborrade brunnar.

Det förekommer emellertid vissa partier av åsarna, **viktiga infiltrationsområden** (brun färg med röda prickar), där den underliggande berggrunden ligger så högt att det på dessa ställen inte finns några egentliga grundvattenmagasin. Man skulle kunna likna dessa höga berglägen vid bergöar som sticker upp ur omgivande grundvattenmagasin. I bland sticker de upp som hållar i markytan, men många gånger är de helt täckta av åsens sand och grus. De kan då konstateras endast genom geofysiska mätningar och borrningar. [Se fig. 1.1.a.](#)

I dessa områden sker emellertid infiltrationen av nederbördsvatten lika effektivt som i andra delar av åssystemen. Det infiltrerade vattnet når bergytan och rinner snabbt av åt sidorna och ner i grundvattenmagasinen som omger dessa ”bergöar”. På samma sätt kan eventuella föroreningar nå grundvattenmagasinen. Dessa områden betecknas på sårbarhetskartan med brun färg med röda prickar för att ange att de är mycket sårbara trots att det inte finns några grundvattenmagasin just där.

Risken för förorening av grundvattnet i **områden täckta av lera** kan i allmänhet anses vara mycket liten. I dessa kan emellertid torksprickor uppträda under torrperioder. Sådana sprickor kan maximalt nå 2 – 3 m under markytan. Genom sådana sprickor kan föroreningar snabbt tränga ner. Detta innebär att områden med mindre lermäktighet än ca 2 m inte kan betraktas som skyddade för infiltration av föroreningar uppifrån (ljusgrön färg). Man kan i allmänhet räkna med att lerområdena har en kantzon med en bredd av storleksordningen 10 – 50 m, ibland mer, inom vilken leran är tunnare än 2 m.

På kartan över Strängnäs kommun har områden med **mäktig lera** (> ca 5 m) avgränsats (mörkgrön färg). I sådana områden torde grundvattnet vara fullständigt skyddat för infiltration av föroreningar uppifrån.

I områden med **växlande infiltrationsförhållanden** är infiltrationsbenägenheten i allmänhet vad man skulle kunna kalla normal. Dessa områden utgörs huvudsakligen av:

1. Morän, där infiltrationshastigheten kan variera ganska mycket beroende på moräns sammansättning t.ex. hur stort lerinnehållet eller grusinnehållet är. I en sandigmoig morän, som det vanligen är fråga om i Strängnäs kommun, kan infiltrationshastigheten vara av storleksordningen några millimeter till några decimeter per dygn. Om emellertid grusiga skikt förekommer kan infiltrationshastigheten lokalt vara högre.

2. Berg i dagen, hållar. Här är infiltrationshastigheten helt beroende av hur pass uppsprucket berget är. Om hållarna är utan större sprickor är infiltrationen mycket liten, ofta ingen. Om hållarna är genomsatta av stora sprickor kan infiltrationshastigheten vara mycket hög.

Generellt kan man emellertid säga att berggrundens allra största sprickor i allmänhet ger sig till känna i form av dalgångar, i allmänhet med förhållandevis mäktiga, skyddande jordtäckan. Det är vanligen också så att berggrunden är blottad uppe på höjderna, men jordtäckt i lägre belägna områden. Nästan varje höjdområde och varje vägskärning genom berg är potentiella riskområden för förorening av grundvattnet i berggrunden. Höjdområden är så gott som alltid inströmningsområden för grundvattnet (grundvattenströmmen riktad nedåt). Även om det kan vara svårt att komma till rätta med föroreningar i berggrunden, är dess hydrauliska konduktivitet vanligen så låg att man för det mesta bör kunna räkna med att ha förhållandevis lång tid på sig för att vidta nödvändiga åtgärder, såvida inte föroreningen inträffat nära en vattentäkt.

Våtmarker: Kärr och mossar är oftast utströmningsområden för grundvatten (grundvattenströmmen riktad uppåt), varför man i allmänhet inte behöver befara någon förorening av grundvattnet på sådana ställen, men undantag finns. I vissa områden med mossar finns risk för förorening av grundvattnet men mosstorvens hydrauliska konduktivitet är i allmänhet så låg att infiltration och spridning går mycket långsamt. I samtliga våtmarker är risken vanligtvis störst att föroreningar sprids med ytvattnet.

Grundvattnets strömningsriktning

Uppgifterna om grundvattnets strömningsriktning grundar sig på avvägda nivåer i observationsrör och brunnar. De har angivits endast i områden med större grundvattentillgångar.

Grundvattendelare utgör de högsta grundvattennivåerna i åssystemen. En grundvattendelare utgörs av en gränslinje mellan två intill varandra liggande grundvattenma-

gasin. I princip rör sig grundvattenströmmen vinkelrätt från grundvattendelaren in mot och igenom det ena grundvattenmagasinet och med diametralt motsatt riktning genom det andra.

Grundvattendelare kan vara fasta eller rörliga. Fasta grundvattendelare är vanligtvis betingade av höga berglägen, bergklackar som bildar fasta barriärer mellan två grundvattenmagasin. Så är fallet vid t.ex. Grundbro, där den nya motorvägen planeras. Genom motorvägens placering på grundvattendelaren finns risk att ett eventuellt utsläpp av miljöfarlig vätska på detta ställe kan förorena grundvattenmagasinen såväl norr som söder om grundvattendelaren.

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

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

I Byringeåsen nordost om Rocklännan har en sådan grundvattendelare identifierats som bedöms vara rörlig. Höga berglägen förekommer visserligen i närheten, men de utgör uppenbarligen inte någon barriär.

Utsläpp av miljöfarliga ämnen

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

Kartan ger nu möjlighet att identifiera de viktigaste, potentiella riskområdena och vidta eller åtminstone planera lämpliga skyddsåtgärder.

Med kartan som underlag har man även stöd för planering och genomförande av miljöövervakningsprogram vid anläggningar där mer diffust läckage eller andra mer eller mindre osynliga utsläpp kan förekomma.

I ett akut läge kan man inledningsvis utgå från grundvattnets markerade strömningsriktning. I vissa fall kan det dock vara nödvändigt att känna till strömningsriktningen mer i detalj. Detta gäller t.ex. i närheten av grundvattentäkter, vilka kan påverka strömningsriktningen olika mycket beroende bl.a. på hur stora uttagen är. Man får emellertid räkna med att grundvattnet intill en brunn alltid strömmar mot brunnen. Då detta kan sägas gälla generellt har det inte markerats på kartorna. Detta innebär

naturligtvis att man i allmänhet bör stoppa grundvattenuttagen i alla brunnar intill ett utsläpp av skadliga ämnen, och som skyddsåtgärd anlägga en saneringsbrunn eller motsvarande.

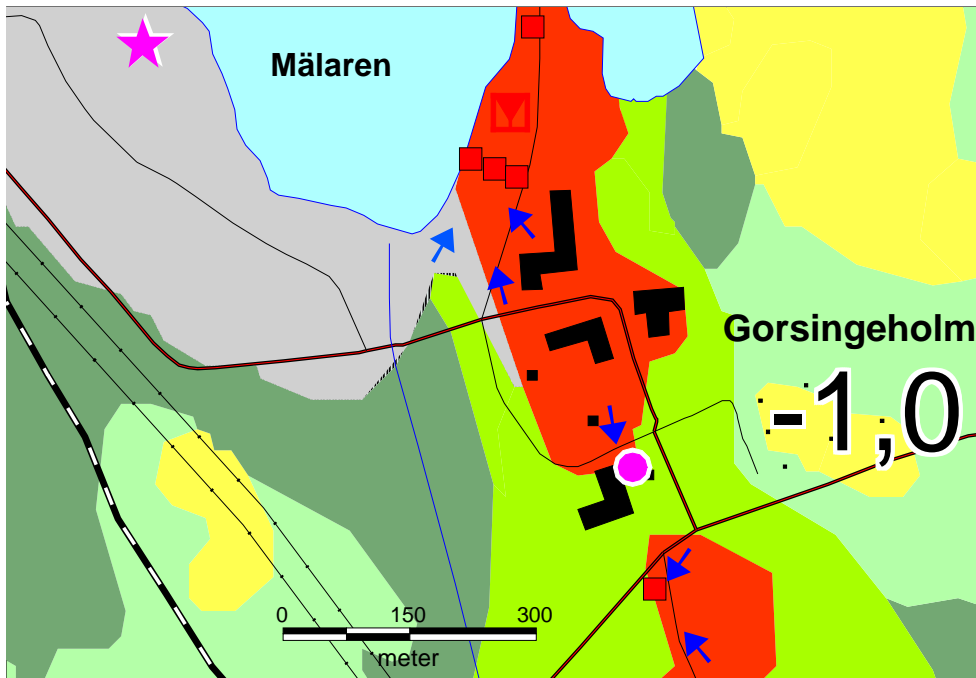


Fig. 6.2.a. Underlagskartan för grundvattenskydd ingår inte i serie An. Här visas endast ett utsnitt från ett område med kommunala grundvattentäkter.

Rött: stor grundvattentillgång med hög sårbarhet

Gulgrönt: stor grundvattentillgång under lera

Ljusgrönt: tunn lera (<ca 3 m) ger inte alltid skydd

Mörkgrönt: Mäktig lera (>ca 3 m) ger alltid skydd

Gult: växlande förhållanden, huvudsakligen morän- och hällområden

Grått: fyllning

Vid stjärnan förekommer drivmedel och oljor, vid cirkeln gödsel.

7. Grundvattenundersökningar i MÅHL-området samt vid Grundbro och Kalkudden

MÅHL-området avser området Mariefred – Åkers styckebruk – Hedlandet – Läggesta. Avsnittet är del av en underhandsrapport till kommunen daterad 1995-01-19. I december 1996 var fördjupade undersökningar vid Grundbro och Kalkudden inte avslutade.

7.1. MÅHL-området

Kommentarer till delområdena.

1. Grundbro. De angivna produktionsmöjligheterna grundar sig huvudsakligen på uppmätt grundvattenflöde i tre källor omedelbart öster om åsen mellan Grundbro och Malmby. Källorna har provtagits och de kemiska analyserna uppvisar en bra vattenkvalité. Detta får därför anses vara en säker tillgång. Den är belägen intill befintligt ledningssystem och är förhållandevis enkel att utnyttja.

Sannolikt skulle det också vara förhållandevis enkelt att bygga en infiltrationsanläggning i Malmbyåsen. Om man utnyttjar den befintliga vattenledningen från Strängnäs till att leda Mälarvatten till en infiltrationsanläggning någonstans i åsen mellan Malmby och Grundbro skulle man kunna öka vattenproduktionen väsentligt över vad som nu rinner ut i källorna.

2. Kalkudden, 3. Visnaren 4. Landholmen och 5. Länna bruk. De angivna produktionsmöjligheterna grundar sig på seismiska undersökningar, sonderingsborrningar samt på teoretiska beräkningar på möjligheterna till inducerad infiltration. Inducerad infiltration kan ge ett betydande tillskott till det egentliga grundvattnet i åsen vilket kan uppstå genom att vatten från intilliggande sjö "sugs in" i åsen om man pumpar större mängder vatten ur en eller flera brunnar i åsen. Produktionsmöjligheterna i dessa fall är således mer osäkra än vad fallet är vid Grundbro. Det är även mer osäkert vilken vattenkvalité som erhålls vid inducerad infiltration.

Kalkudden ligger endast ca 3,5 km från Mariefreds nuvarande vattenverk och en ledning skulle enklast kunna läggas i vattenet, i stort sett hela vägen mellan uttagsplats och vattenverk. På samma sätt skulle ledningar kunna dras även till Hedlandet och till Läggesta.

6. *Hult*. I området kring källan vid Hult kan man sannolikt anlägga en eller flera brunnar och på så sätt ta ut något mer vatten än vad som angivits i tabellen. Grundvattentillgången här är sannolikt snarare ett alternativ till vattenförsörjningen för Härad än för MÅHL-området.

7. *Trekanten*. Grundvattentillgången är knuten till en sprickzon i berggrunden, varför de bedömda produktionsmöjligheterna på denna plats är mycket osäkra. I detta område är emellertid två brunnar kända, vilka ger 7 000 resp. 20 000 l/tim.

8. *Ådalskvarn*, 9. *Läggesta* och 10. *St. Sundby*. På dessa ställen finns inga större grundvattentillgångar. Grundvattnet i jordlagren förekommer i ett förhållandevis tunt sandigt-grusigt lager av moränkaraktär eller ett dåligt sorterat isälvsmaterial. Här skulle man i bergborrade brunnar sannolikt kunna få de grundvattenmängder som bedöms finnas vid Trekanten, men risken för salt grundvatten är förhållandevis stor i detta område.

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR I OCH INTILL MÅHL-OMRÅDET

Grundvattenmagasin	Mäktighet	Möjligheter till		<u>Bedömda</u> prod. möjligheter	Vattenförsörjning för, antal personer *
		Induc. inf.	Konst. gvbildn.		
1. Grundbro	3 Källor	Inga	Goda**	100 000 – 125 000 l/tim**	10 000 – 12 000**
2. Kalkudden	10 – 18 m	Mycket goda	Mindre goda	150 000 – 180 000 l/tim	15 000 – 18 000
3. Visnaren	10 m	Goda	Mindre goda	60 000 – 80 000 l/tim	6 000 – 8 000
4. Landholmen	20 m	Mycket goda	Mindre goda	100 000 – 150 000 l/tim	10 000 – 15 000
5. Länna bruk	20 m	Mycket goda	Goda	70 000 – 120 000 l/tim	7 000 – 12 000
6. Hult, Byringeåsen	1 Källa	Inga	Inga	40 000 – 50 000 l/tim	4 000 – 5 000
7. Trekanten	Sprickzon	Inga	Inga	5 000 – 15 000 l/tim	500 – 1 500
8. Ådalskvarn	2 m	Inga	Inga	4 000 – 6 000 l/tim	400 – 600
9. Läggesta	2 m	Inga	Inga	2 000 – 3 000 l/tim	200 – 300
10. St Sundby	3,5 m	Inga	Inga	< 2 000 l/tim	< 200

* Beräknat på en genomsnittlig vattenförbrukning av 240 l/person och dygn.

** Om Mälardammen leds fram till en infiltrationsanläggning i Malmbyåsen skulle produktionsmöjligheterna kunna bli avsevärt större.

8. Metodbeskrivningar

8.1. 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 arbetsätt 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 d.v.s. puls-eko.

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

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

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

8.2. Seismik

Grundläggande principer

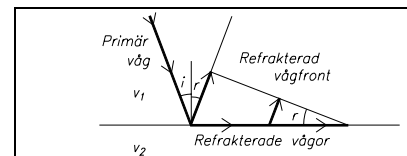
Den metod som används i detta sammanhang kallas refraktionsseismik. Det är en geofysisk mätmetod som baseras på elastiska vågors utbredning i marken. Vågornas utbredningshastighet skiljer sig mellan olika jord- och bergarter vilket gör det möjligt att beräkna lagermäktigheter och bedöma vissa materialegenskaper. 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 refractionen beskrivas med Snells lag som säger att

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

i infallsvinkel

b brytningsvinkel

v_1, v_2 vågens utbredningshastighet i skikt 1, 2



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

$$i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

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 i tiden samt uppgifter om geofonernas och skottpunkternas lägen.

Mätförfarande

Mätningen utförs i praktiken längs en linje där man på jämna avstånd placerar givare – s. k. geofoner – som reagerar för vibrationer i marken. Genom att spränga på lämpliga platser i profilen genereras mätdata i den omfattning som behövs. Vid tolkningen av mätningen bestäms för varje skott tider för P-vågfrontens passage av de olika geofonerna. Tiderna plottas mot geofonernas lägen i form av väg-tiddiagram. Ur dessa s. k. 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 kvalité 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 jordtäckte bestående av morän och sediment. Sammansättningen är oftast enkel med god korrelation mellan hastighet och jordart. Hastigheten för P-vågor i våra jordarter varierar mellan ca 300 m/s i torr sand och ungefär 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 fig. 8.2.a. Dessa förhållandevis enkla fysikaliska förhållanden har medfört att refraktionsseismiken oftast ger goda undersökningsresultat.

Tillämpningsområden

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

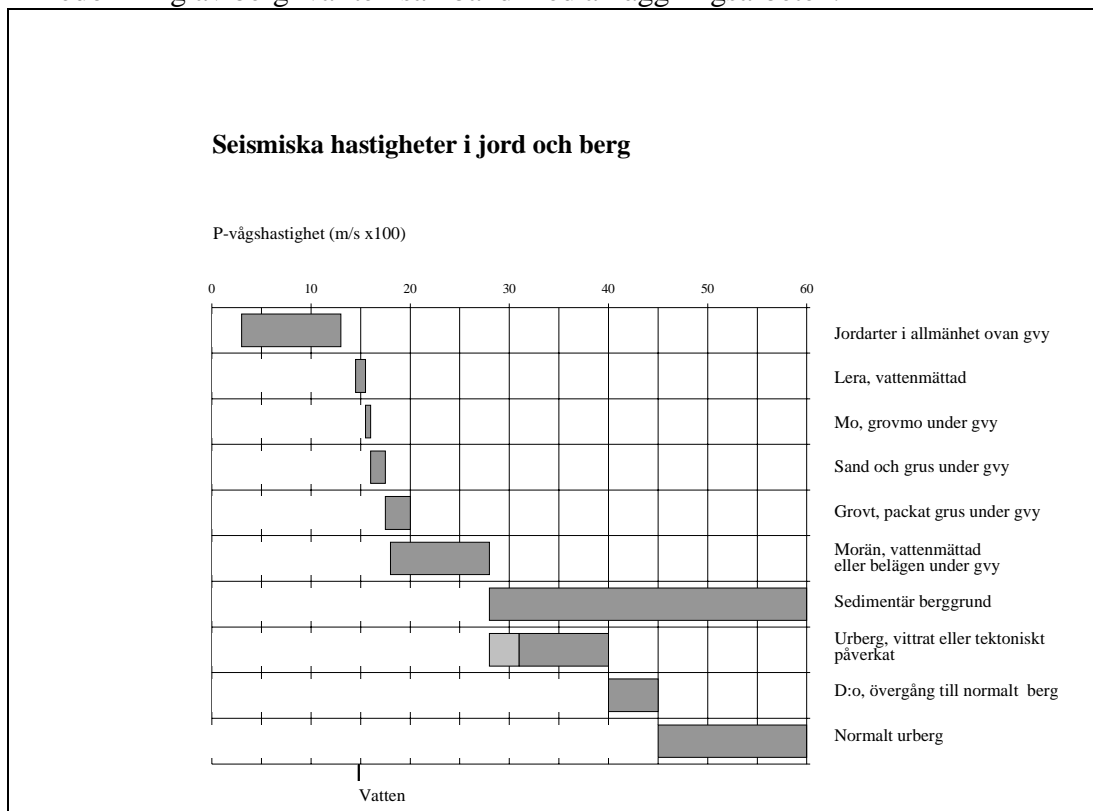


Fig. 8.2.a. Seismiska hastigheter i olika jord- och bergarter. Begreppet tektoniskt påverkat urberg avser i första hand sprickzoner, vilka vanligen är mer vattenförande än omgivande berggrund.

8.3. Elektriska motståndsmätningar

Resistiviteten hos vanliga jord- och bergarter beror huvudsakligen på deras innehåll av elektrolyt d.v.s. mängden porvätska (porositeten anges i %), och på elektrolytens salthalt. Som framgår av diagrammet bestäms elektrolytens resistivitet av salthalt och temperatur och kan som jämförelse uppskattas för havsvattnet i Östersjön (ca 1% salthalt och 10 grader C) till något mindre än 1 ohmm.

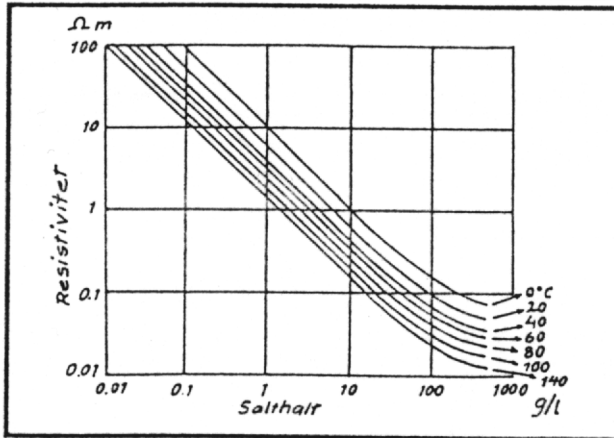


Fig. 8.3.a. Förhållandet mellan salthalt och resistivitet i vatten.

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

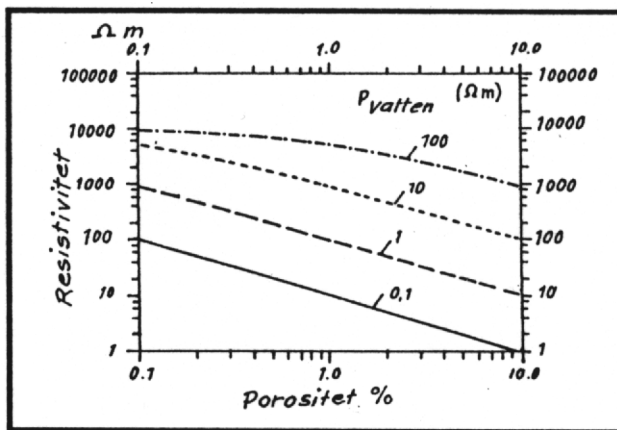


Fig. 8.3.b. Förhållandet mellan resistivitet och porositet i jord och berg.

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

Regnvatten d.v.s. 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.

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

Mätningarna utförs så att man sänder en kontrollerad ström med strömstyrkan I mellan två strömelektroder (M och N) samtidigt som potentialen (spänningen) V mellan två mätelektroder (A och B) registreras. Elektroden 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 strömelektroden 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 strömelektroden beroende på den elektriska kontrasten mellan de skikt som man vill detektera.

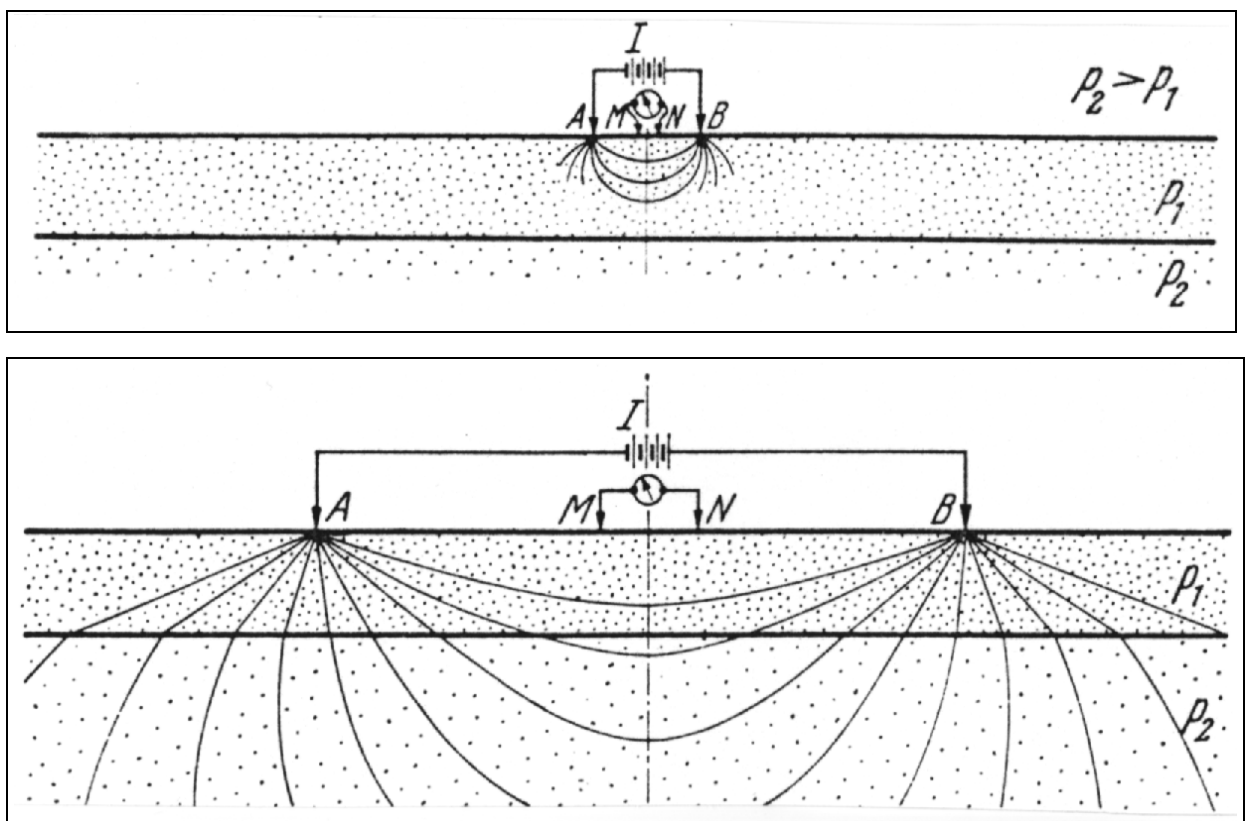


Fig. 8.3.c. och d. Vertikala elektriska sonderingar - VES - genomförs med successivt större avstånd mellan elektroderna, varvid allt djupare liggande skikt undersöks

Om vi successivt ökar avståndet mellan strömelektroden kommer den beräknade skenbara resistiviteten att gälla en allt större volym. Eftersom centrum för

mätupställningen inte flyttas innebär detta att mätningen gradvis når allt större djup. Skall vi undersöka jordtäcket i kontrast mot berggrunden så behöver vi mäta ut till ett avstånd av minst 40 meter mellan strömelektroden 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 strömelektrodena.

Med moderna datorprogram kan man lätt konstruera en rimlig, horisontellt skiktad modell av flera lager med lämpliga, tänkbara resistiviteter som satisfierar 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.

8.4. Kriging och variogramanalys

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

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

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

$$\sum_{(j=1,n)} w_j = 1 \quad ; \quad \text{där}$$

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

Vid interpolering med Kriging används inte punkter utanför det område man definierar (range). För att bestämma vilka punkter och på vilket sätt de påverkar en punkt (x_j, y_j) 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

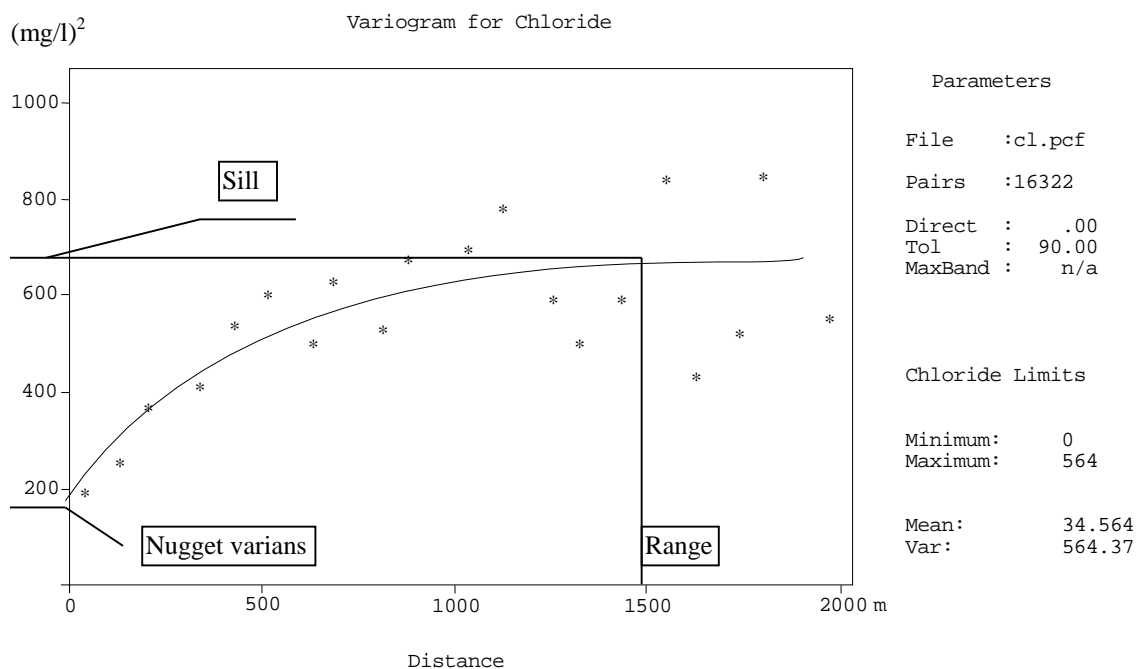


Fig. 8.4.a. Exempel på variogramanalys, här är variansen på kloridhalten plottad mot avståndet. Range – variansområde, Sill – tröskelvärde, Nugget varians – lägsta varians.

Fig. 8.4.a. visar ett exempel på ett variogram, man ser att variansen ökar med avståndet. Därefter anpassar man en analytisk variogramfunktion som används för att beräkna krigingvikterna.

Efter att ha kommit fram till ett variogram som passar med sina data kan man beräkna krigingvikterna.

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

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

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

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

9. Dokumentation av geofysiska mätningar, inventerade brunnar, borrhningar och kemiska analyser

Förutom följande dokumentation finns geofysiska mätningar och borrhningar fullständigt dokumenterade som databaser i den digitala MapInfo-kartan ("Grundvattentillgångar i Strängnäs kommun").

9.1. Geofysiska mätningar

R = Georadar, S = Seismik

Profil	y_start	x_start	y_slut	x_slut	Plats
R1 - 94	1573840	6569950	1573900	6569815	L Sjöstugan
R2 - 94					L. Sjöstugan, för kort profil
R3 - 94	1574260	6568860	1574810	6568750	Ulva - Ulvadammen
R4 - 94	1574785	6568735	1574760	6568700	Ulvadammen
R5 - 94	1576540	6569435	1576410	6569460	Gustavsbergs Grustag
R6 - 94	1572695	6577400	1572495	6577615	Grundbro
R7 - 94	1572535	6577605	1572445	6577555	Grundbro
R8 - 94	1572410	6577550	1572310	6577525	Grundbro
R9 - 94	1572750	6577450	1572550	6577335	Grundbro grustag
R10 - 94	1572734	6576821	6577226	1572686	Grundbro Grustag
R11 - 94	1572780	6576935	1572670	6576905	Grundbro
R12-14 - 94		Profiler i morän och lera			Ugglehult, St Sundby
R15 - 94	1564330	6570410	1564475	6570840	Mörtsjön - Lännabruk
R16 - 94	1564435	6569880	1564290	6570181	Mörtsjön 2
R17 - 94	1564325	6571135	1564420	6571130	Lännabruk grustag
R18 - 94	1583985	6578760	1584030	6578040	Landholmen
R19 - 94	1585000	6570720	1585005	6571115	Härnön
R20-21 - 94		Ej användbara profiler.....			Härnön
R22 - 94	1574030	6569660	1574320	6569270	Talludden- Visnaren
R23 - 94	1584460	6571900	1584570	6571970	Dalkarlsudden
R24 - 94	1584600	6571850	1584585	6572200	Dalkarlsudden
R25 - 94	1584470	6572130	1584465	6571900	Dalkarlsudden
R26-28 - 94		Ej användbara profiler			Noaks skepp och Åsadal
R29 - 94	1578340	6586940	1578235	6587145	Åsadal 10H7f
R30 - 94	1578235	6587145	1578375	6587150	N Åsadal 10H7f
R31,32 - 94	1577200	6588540	1577400	6588525	Hässelby 10H7f
R33 - 94	1575465	6591270	1575555	6591270	Ekebyvik
R34 - 94	1578665	6585575	1578665	6585740	Sandåsa
R35 - 94	1578630	6585670	1578780	6585685	Sandåsa
R36 - 94	1578570	6586050	1578450	6586390	Åsa
R37,38 - 94		Ej användbara profiler			Åsadal
R39 - 94	1575960	6589600	1576040	6589650	Björkeby
R1 - 95	1578345	6586960	1578535	6586660	Åsadal
R2 - 95	1578615	6585510	1578840	6585400	Sandåsa

Profil	y_start	x_start	y_slut	x_slut	Plats
R3 - 95	1582075	6580210	1582430	6580035	Edeby
R4 - 95					Gammalt grustag ... Salby, för kort profil
R5 - 95	1581270	6580760	1581450	6580520	Edeby
R6 - 95	1564070	6575505	1564085	6575040	Noaks skepp I
R7 - 95	1564010	6575130	1564150	6574635	Noaks skepp III
R8 - 95	1564650	6571725	1564550	6571755	Byringe
R9 - 95	1564585	6571745	1564490	6571460	Byringe
R10 - 95	1564085	6575040	1564110	6574635	Noaks skepp II
R11 - 95	1576590	6593995	1576640	6593790	Gröndal 10H8f
R12 - 95	1571850	6578930	1571895	6579320	Malmby
R13 - 95	1571925	6579190	1571820	6579175	Malmby
R14 - 95	1571790	6579165	1571715	6579410	Malmby
R15 - 95	1571740	6579275	1571835	6579295	Malmby
S1 - 94	1576150	6570290	1576835	6570240	St. Sundby
S2 - 94	1573945	6569800	1573500	6569700	Sjöstugan
S3 - 94	1575455	6573515	1575120	6573515	Lida
S4 - 94	1576410	6529675	1577180	6569330	Gustavsberg
S5 - 94	1572734	6576821	1572705	6577050	Grundbro
S6 - 94	1573920	6569780	1574215	6569435	Talludden
S7 - 94	1577740	6570940	1578385	6571145	Trekanten
S9 - 94	1577520	6569910	1577720	6570040	Bondkroken
S10 - 94	1583870	6578830	1584055	6578700	Landholmen
S11 - 94	1584100	6577840	1583970	6578735	Landholmen
S12 - 94	1583960	6578175	1584100	6578170	Landholmen
S13 - 94	1564405	6570875	1564280	6571065	Mörtsjön
S14 - 94	1564325	6571135	1564510	6571130	Mörtsjön
S15 - 94	1584405	6571950	1584595	6571885	Dalkarlsudden
S16 - 94	1584625	6572410	1584840	6572480	Kalkudden
S1 - 95	1564525	6571890	1564480	6571670	Byringe
S2 - 95	1581715	6580310	1581565	6580360	700 m NO Salby
S3 - 95	1573085	6596215	1573415	6595910	Näsudden/Ryssgarn
S4 - 95	1572035	6578570	1571925	6578780	Sätertorp
S5 - 95	1571870	6579185	1571740	6579350	Malmby
S6 - 95	1571785	6578940	1571795	6579170	Malmby

9.2. Inventerade brunnar och borrhningar

I denna förteckning utgörs bergborra, rörbrunn, och schaktbrunn av brunnar längs åsarna som inventerats och avvägs för inmätning av grundvattennivåer.

Spetsar är observationsrör för mätning av grundvattennivåer.

Obsnamn	x	y	Obstyp	Rök, m RH70	lagernr	jordart	till (m)
Strängnäs cementgjuteri	6579030	1571670	bergborra	21,9			
Johans musteri	6579520	1571870	bergborra	11,25			
Tryggve Gustafssons brunn	6579450	1571940	bergborra	11,03			
Räddningsverket	6578380	1572120	bergborra	38,62			
	6578430	1572170	bergborra	32,34			
Kumlins brunn	6579790	1571640	bergborra	9,21			
	6569850	1573750	bergborra	22,76			
Gamla skolan	6569800	1573650	bergborra	29,86			
Reidar Nilssons brunn	6571000	1564200	bergborra	33,7			
	6568850	1577150	bergborra	6,71			
Hästhagen	6569300	1576450	bergborra	24,65			
Helgarö Kläpp	6590550	1556000	bergborra	1,82			
Karlsborg	6575100	1572900	bergborra	16,17			
Fröberga	6587400	1577900	bergborra	28,68			
	6589800	1576750	bergborra	19,25			
	6589450	1576150	bergborra	21,37			
	6579560	1571820	bergborra	18,09			
	6579400	1571830	bergborra	22,28			
Stängnäs cementgjuteri	6578970	1571630	bergborra	25,12			
	6584100	1578280	borrad	7,22			
Äldre brunn 2	6574595	1567340	källa	28,6			
Åkers International Spare	6568650	1574450	källa	23,69			
Obs.rör D	6575040	1566970	rörbrunn	30,89			
obs.rör E	6575180	1566890	rörbrunn	29,96			
Obs.rör F	6575260	1567120	rörbrunn	31,84			
Obs.rör G	6575330	1567100	rörbrunn	31,97			
Obs.rör C	6775955	1566810	rörbrunn	30,47			
Lunda	6592900	1576850	rörbrunn	13,76			
	6578890	1571950	rörbrunn	20			
Skogshyddan	6579000	1571910	rörbrunn	19,78			
	6576800	1572500	rörbrunn	39,29			
Kjellberg	6586150	1578680	rörbrunn	27,42			
	6586740	1578535	rörbrunn	20			
Äldre brunn 3	6574650	1567300	schaktbrunn	30,26			
Äldre brunn 6	6575460	1567025	schaktbrunn	32,22			
	6572950	1571900	schaktbrunn	13,42			
Örns brunn	6574300	1572150	schaktbrunn	19,6			
Sjölidsvägen, vägkors	6570450	1573700	schaktbrunn	12,02			
Byringe stationshus	6569400	1564900	schaktbrunn	39,1			
Lillstugan, Byringe	6569300	1564550	schaktbrunn	38,38			
"Madame MORD"	6569500	1564500	schaktbrunn	40,99			
	6570500	1564500	schaktbrunn	33,14			

Obsnamn	x	y	Obstyp	Rök, m RH70	lagernr	jordart	till (m)
Gästgivargården	6571700	1564700	schaktbrunn	27,51			
	6564850	1579500	schaktbrunn	47,2			
	6566250	1579150	schaktbrunn	40,92			
	6566850	1578200	schaktbrunn	40,24			
Vinnibo	6567450	1577950	schaktbrunn	29,52			
	6567250	1578050	schaktbrunn	45,29			
Sibirien	6574300	1575300	schaktbrunn	13,49			
	6570750	1576300	schaktbrunn	3,7			
	6575250	1572850	schaktbrunn	13,48			
Hallmyra	6575550	1573000	schaktbrunn	12,29			
Grundbro grustag	6577400	1572650	schaktbrunn	16,53			
	6577750	1572580	schaktbrunn	18,67			
Torsborg	6579100	1571950	schaktbrunn	13,88			
Hult	6575650	1564200	schaktbrunn	40,17			
Låsta	6577300	1563350	schaktbrunn	39,35			
	6579200	1563250	schaktbrunn	35,85			
Vid stallet	6579050	1563950	schaktbrunn	34,23			
Åsby gård	6591850	1555800	schaktbrunn	11,52			
Skoga	6592350	1555450	schaktbrunn	23,45			
Knutsberg	6592700	1555850	schaktbrunn	13,38			
Tommy Karlssons brunn	6592800	1555900	schaktbrunn	12,03			
Näs	6593400	1556100	schaktbrunn	4,57			
	6580200	1582850	schaktbrunn	10,48			
	6580200	1582850	schaktbrunn	10,45			
Vid kyrkan, Toresund	6581080	1581200	schaktbrunn	5,7			
Larstorp	6585200	1578750	schaktbrunn	19,4			
	6586750	1578500	schaktbrunn	22,49			
	6589100	1576500	schaktbrunn	12,06			
Trumpås	6590300	1575900	schaktbrunn	10,9			
Loviselund	6590150	1575700	schaktbrunn	19,95			
Lunda	6592750	1576800	schaktbrunn	7,82			
Prästmista	6579240	1572010	schaktbrunn	10,06			
Brunnsgården	6579780	1571790	schaktbrunn	6,86			
Skogshyddan	6579360	1571980	schaktbrunn	9,81			
Lillebo	6578580	1572130	schaktbrunn	29,53			
Larslund	6577130	1573000	schaktbrunn	16,73			
Larslund	6577170	1572970	schaktbrunn	17,41			
SGU 9402	6569069	1577009	sondering		1 lera	1,5	
					2 lera	7,2	
					3 sand	7,4	
					4 lera	7,8	
					5 grus	8,8	
					6 berg		
SGU 9403	6569085	1576985	sondering		1 lera	1,5	
					2 lera	6,8	
					3 sand	7,2	
					4 lera	8,3	
					5 morän	10	
SGU 9408	6569480	1576550	sondering		1 lera	1	
					2 lera	10,4	
					3 morän	11,6	
					4 morän	12	

Obsnamn	x	y	Obstyp	Rök, m RH70	lagernr jordart	till (m)
SGU 9507	6585395	1578740	sondering		1 lera	6
					2 lera	6,6
					3 silt	29,5
					4 stenigt	33,3
SGU 9508	6585405	1578825	sondering		1 lera, silt	12
42 020 V2	6577095	1573150	spets	14,4		
KM 12000 H 40	6576720	1572320	spets	35,84		
KM 12000 V 40	6576780	1572370	spets	35,01		
KM 13036 H06	6576080	1573130	spets	13,01		
KM 13181 CL	6575980	1573240	spets	11,4		
KM 13500 CL	6575740	1573450	spets	11,7		
KM rör G1	6576480	1572930	spets	25,9		
KM rör G10	6575990	1572520	spets	36,4		
KM rör G2	6576110	1572110	spets	43,5		
KM rör G3	6576630	1572500	spets	42,4		
KM rör G4	6576630	1572250	spets	36,5		
KM rör G6	6576850	1572250	spets	36,2		
KM rör G7	6576860	1572820	spets	18,5		
KM rör G8	6577300	1572590	spets	15,5		
KM rör G9	6577490	1572730	spets	14,8		
Obs rör 8106	6585175	1569295	spets	3,519		
Obs rör 8211	6584800	1569440	spets	2,116		
Obs rör 8213	6584250	1569770	spets	5,265		
Obs rör 8305	6581990	1570800	spets	4,38		
Obs rör 8312	6588360	1570950	spets	2,75		
Obs rör 9002	6580340	1571495	spets	7,04		
Obs.rör 1	6574910	1566960	spets	30,12		
Obs.rör 2	6574990	1566900	spets	29,43		
Obs.rör 3	6574940	1567010	spets	30,12		
Obs.rör 9001	6580430	1571470	spets	4,85		
obsrör 8101	6584570	1570110	spets	4,28		
obsrör 8102	6584765	1569995	spets	4,447		
obsrör 8104	6584765	1569540	spets	2,797		
obsrör 8105	6584810	1567680	spets	5,823		
Obsrör 8107	6585160	1569350	spets	2,55		
Obsrör 8214, gamla pumpen	6584740	1569510	spets	2,655		
Obsrör 8310	6581950	1570990	spets	6,89		
Obsrör 8401	6581770	1570960	spets	4,54		
Onummerat obsrör	6573250	1564800	spets	41,34		
Rör 5401	6571900	1572310	spets			
Rör 7620, "A"	6571295	1572880	spets	11,79		
Rör 7621	6571525	1572600	spets	12,15		
Rör 7622	6571860	1572430	spets	11,01		
Rör 7623	6571995	1572210	spets			
Rör 7624	6572200	1572170	spets	12,15		
Rör 7625	6572430	1572150	spets			
Rör 7626	6572785	1571905	spets	13,32		
Rör 7627	6573425	1572030	spets	14,28		
Rör 7628	6571870	1572390	spets			

Obsnamn	x	y	Obstyp	Rök, m RH70	lagernr	jordart	till (m)
Rör 7739 eller 7731.	6572420	1572105	spets	13,37	1	lera	7,4
					2	sand	9
					3	finsand	9,5
					4	sand	11,5
					5	finsand	12,5
					6	sand	19
					7	sand	19,5
					8	finsand	20
Rör 7740	6572400	1572140	spets		1	lera	8,5
					2	finsand	16
					3	grus	17,5
Rör 7741	6572440	1572105	spets		1	lera	2,5
					2	grus	5
					3	grus	6,2
SGU 9401	6569065	1576955	spets		1	finsand	1,5
					2	lera	14
					3	finsand	15,5
					4	grus	17
SGU 9404	6570230	1576855	spets		1	lera	1,5
					2	lera	5,5
					3	grus	6,5
					4	sand	8,5
					5	grus	9
					6	sand	10
					7	morän	12,1
SGU 9405	6569391	1574160	spets	13,24	1	sand	1,3
					2	lera	2
					3	grus	4,5
					4	sand	10
					5	finsand	11
					6	finsand	12,7
SGU 9406	6569495	1578215	spets		1	lera	1,5
					2	lera	8
					3	sand	10
					4	morän	11,2
					5	berg	13,0
SGU 9407	6573430	1575385	spets		1	lera	1,5
					2	lera	16
					3	morän	19
					4	morän	20,5
SGU 9409	6569073	1576958	spets		1	lera	1,5
					2	lera	13,5
					3	sand	
SGU 9410	6578770	1583905	spets		1	sand	1
					2	lera	3
					3	sand	11
SGU 9411	6578380	1583965	spets		1	finsand	2,4
					2	sand	5,5
					3	block	5,9
					4	sand	6,7
					5	finsand	10,8
					6	sten	11,3
					7	finsand	16
					8	sand	18
					9	morän?	23,8

Obsnamn	x	y	Obstyp	Rök, m RH70	lagernr	jordart	till (m)
SGU 9412	6571899	1584539	spets			1 sand 2 finsand 3 grus 4 berg	7,0 8,0 16,5 17,5
SGU 9501	6571785	1564490	spets	31,62			
SGU 9502	6575945	1564025	spets	40,04		1 lera 2 lera 3 finsand 4 lera 5 sand 6 morän?	0,7 4 6 7,4 8,9 9,7
SGU 9503	6571410	1564355	spets	38,70		1 morän	6
SGU 9504	6572590	1564677	spets	40,07		1 finsand 2 lera 3 sand	1,5 5,7 12,7
SGU 9505	6574380	1564150	spets	48,48		1 sand 2 lera 3 sand 4 sand	1,5 2,5 6 11,3
SGU 9506	6573810	1564320	spets	41,42		1 sand	4,6
SGU 9509	6585500	1578630	spets	13,95		1 lera 2 lera 3 lera	6 7 14
SGU 9510	6596135	1573245	spets			1 sand 2 grus 3 sand 4 sand 5 sand 6 sand	6 10 11,5 13 14 16
SGU 9601	6571069	1572996	spets	11,58		1 lera 2 sand 3 grus 4 lera 5 sand 6 finsand 7 grus	2,7 3,4 4,5 8,0 10 14 18

9.3. Kemiska analyser av grundvatten från källor, brunnar och observationsrör

St = Strängnäs-, Se=Selaö-,By=Byringe- MT=Mariefred-Tore- sundåsen. *=högt värde		Grundbro, källa	Vrå, källa	Ö Hässelby,källa	V Hässelby,källa	Åby, källa
		St x 6576831 y 1573205	St x 6578300 y 1572590	Se x 6588575 y 1577390	Se x 6587740 y 1577170	St x 6579515 y 1572420
KMnO4	mg/l	<1	2			
COD (Mn)	mg/l	<0.3	0,5	1	1	2,3
Konduktivitet 25 gr	mS/m			69	73	30
pH		7,7	7,5	7,7	7,6	7
Alkalinitet	mg/l	107	96	265	330	44
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	2	5	<1	<1	8
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	57	46	179	190	57
Hårdhet gr tot	gr dH	8	6,4	25,1*	26,7*	8
Ca	mg/l	41,7	31,9	143*	149*	41
Mg	mg/l	9,26	8,39	22	25	10
Na	mg/l	11,6	9,65	21	22	21
K	mg/l	2,82	2,62	13*	14*	4,6
Fe	mg/l	0,01	0,012	0,01	0,019	0,19
Mn	mg/l	0,006	0,005	0,245	0,262	0,02
Al	mg/l	0,04	0,019	0,034	0,032	0,33*
Cu	mg/l	0,003	0,003	0,0013	0,0014	<0.01
Zn	mg/l	0,003	<0.002	0,002	0,005	<0.02
Cd	ug/l		<0.05	<0.03	<0.03	
Pb	ug/l		<0.5	<0.3	0,4	
Hg	ug/l	<0.1	<0.1			
Cr tot	ug/l		<0.5			
Ni	ug/l		1			
Se	ug/l	0,8	1,5			
Ag	mg/l	<0.005	<0.005			
V	mg/l	<0.005	<0.005			
NH ₄	mg/l	0,022	0,009			
NH ₄ -N	mg/l	0,017	0,007	0,08	0,03	0,004
NO ₂	mg/l	<0.003	<0.003			
NO ₂ -N	mg/l	<0.001	<0.001	0,002	<0.002	0,002
NO ₃	mg/l	0,62	7,04			
NO ₃ -N	mg/l	0,14	1,6	<0.5	<0.5	1,4
PO ₄	mg/l	0,012	0,012			
PO ₄ -P	mg/l	0,004	0,004	0,01	<0.01	0,007
F	mg/l	0,9	1	1	0,9	0,9
Cl	mg/l	18	9	25	20	27
SO ₄	mg/l	41	35	230*	210*	41

**=lågt värde		Byringe, källa By x 6571760 y 1564720	Adolfsberg, källa x 6564820 y 1579040	Hult, källa By x 6576115 y 1564190	Olofslund, källa MT x 6581670 y 1580705	Åsa 1:9, brunn Se x 6586720 y 1578440
KMnO ₄	mg/l			<1		
COD (Mn)	mg/l	2	2	<0.3	2	1
Konduktivitet 25 gr	mS/m	13	4		44	65
pH		7,1	6,6**	7,1	7,6	7,7
Alkalinitet	mg/l	53	15**	32	226	256
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	10	8	7	<1	<1
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	25	7,3**	18	98	141
Hårdhet gr tot	gr dH	3,6	1,0	2,5	13,8	19,8*
Ca	mg/l	17	5,3	12,7	76	118*
Mg	mg/l	5,3	1,2	2,97	14	14
Na	mg/l	7,3	2,8	3,99	21	36
K	mg/l	2,1	0,5	1,56	10	5,7
Fe	mg/l	0,006	0,03	0,259	0,007	0,031
Mn	mg/l	0,006	<0.002	0,014	0,013	0,069
Al	mg/l	0,016	0,081	0,03	0,019	0,023
Cu	mg/l	0,0014	0,0018	<0.002	0,0014	0,0017
Zn	mg/l	<0.002	0,002	0,003	0,029	0,011
Cd	ug/l	<0.03	<0.03	<0.05	0,05	0,08
Pb	ug/l	<0.3	<0.3	<0.05	<0.3	<0.3
Hg	ug/l			<0.1		
Cr tot	ug/l			<0.5		
Ni	ug/l			1,3		
Se	ug/l			0,6		
Ag	mg/l			<0.005		
V	mg/l			<0.005		
NH ₄	mg/l			0,009		
NH ₄ -N	mg/l	<0.02	<0.02	0,007	<0.02	<0.02
NO ₂	mg/l			<0.003		
NO ₂ -N	mg/l	0,005	0,002	<0.001	<0.002	0,011
NO ₃	mg/l			4,53		
NO ₃ -N	mg/l	0,9	<0.5	1,03	<0.5	0,8
PO ₄	mg/l			0,012		
PO ₄ -P	mg/l	0,01	<0.01	0,004	<0.01	0,01
F	mg/l	0,4	0,2	0,6	1	0,9
Cl	mg/l	8	<5	<5	22	82*
SO ₄	mg/l	20	13	20	80	100*

*=högt värde		Äleby 4:2,brunn	Prästmista, brunn	NCC, brunn	Dalkarsudden, rör	Näsudden, rör
		Se x 6590266 y 1575875	St x 6579240 y 1572010	St x 6576778 y 1572495	MT x 6571890 y 1584518	Se x 6596135 y 1573245
KMnO ₄	mg/l				11	
COD (Mn)	mg/l	1	3	1	2,8	1
Konduktivitet 25 gr	mS/m	56	40	30		58
pH		7,8	8,3	7,3	7,2	7,9
Alkalinitet	mg/l	280	327	106	87	348
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	<1	<1	10	11	<1
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	145	104	62	51	135
Hårdhet gr tot	gr dH	20,3*	14,6	8,7	7,1	18,9*
Ca	mg/l	120*	81	42	34	99*
Mg	mg/l	15	14	13	10,2	22
Na	mg/l	13	11	15	14,7	29
K	mg/l	9,4	4,5	2,4	10,2	7,1
Fe	mg/l	0,005	0,064	0,077	2,62	0,03
Mn	mg/l	0,004	0,007	0,028	0,098	0,238
Al	mg/l	0,028	0,104	0,015	0,500*	0,02
Cu	mg/l	0,0071	0,0087	0,014	0,008	0,001
Zn	mg/l	0,055	0,01	0,062	0,02	<0,002
Cd	ug/l	0,04	<0,03	0,03	<0,05	<0,03
Pb	ug/l	0,3	<0,3	<0,3	2,4	<0,3
Hg	ug/l				<0,1	
Cr tot	ug/l				7,4	
Ni	ug/l				26	
Se	ug/l				0,4	
Ag	mg/l				<0,005	
V	mg/l				<0,005	
NH ₄	mg/l				0,031	
NH ₄ -N	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	0,024	0,11
NO ₂	mg/l				0,013	
NO ₂ -N	mg/l	0,002	0,008	0,002	0,004	<0,002
NO ₃	mg/l				1,19	
NO ₃ -N	mg/l	1	0,5	<0,5	0,27	<0,5
PO ₄	mg/l				0,056	
PO ₄ -P	mg/l	<0,01	0,02	0,01	0,018	0,01
F	mg/l	0,8	0,5	0,9	1,2	0,8
Cl	mg/l	21	<5	53	28	17
SO ₄	mg/l	120*	17	24	46	100*

		Hult, rör9502	Sjöstugan, rör	Lurudden, rör	Ångb.bron, rör	rör7622, 1.5H
*=högt värde		By x 6575945	St x 6569391	St x 6584965	St x 6584570	St x 6571860
**=lågt värde		y 1564025	y 1574160	y 1569540	x 1570110	x 1572430
KMnO ₄	mg/l		1,6			
COD (Mn)	mg/l	1	0,4	4	6*	2
Konduktivitet 25 gr	mS/m	10		11	34	16
pH		6,9**	7,1	7,2	8	7,1
Alkalinitet	mg/l	44	32	38	132	82
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	13		7	<1	13
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	20	17**	18**	47	33
Hårdhet gr tot	gr dH	2,8		2,5	6,5	4,7
Ca	mg/l	14	12	12	34	21
Mg	mg/l	3,3	2,94	3,5	7,6	7,4
Na	mg/l	5,1	4,03	8,7	33	8,7
K	mg/l	2	1,04	3,9	27*	4,3
Fe	mg/l	0,28	0,046	0,673	0,042	1,31
Mn	mg/l	0,036	0,002	0,342	0,072	0,036
Al	mg/l	0,04	<0.010	0,031	0,044	0,039
Cu	mg/l	<0.0005	0,003	0,0039	0,0082	0,001
Zn	mg/l	<0.002	0,002	<0.002	<0.002	0,003
Cd	ug/l	<0.03	<0.05	<0.03	<0.03	<0.03
Pb	ug/l	<0.3	<0.5	0,3	<0.3	0,3
Hg	ug/l		<0.1			
Cr tot	ug/l		1			
Ni	ug/l		2,7			
Se	ug/l		<0.3			
Ag	mg/l		<0.005			
V	mg/l		<0.005			
NH ₄	mg/l		0,004			
NH ₄ -N	mg/l	<0.02	0,003	0,35*	<0.02	<0.02
NO ₂	mg/l		<0.003			
NO ₂ -N	mg/l	<0.002	<0.001	<0.002	0,45*	<0.002
NO ₃	mg/l		0,7			
NO ₃ -N	mg/l	<0.5	0,16	<0.5	6,6*	<0.5
PO ₄	mg/l		0,012			
PO ₄ -P	mg/l	0,01	0,004	0,02	1,12*	0,01
F	mg/l	0,6	0,7	0,4	0,5	0,9
Cl	mg/l	<5	<5	11	21	10
SO ₄	mg/l	19	16	22	38	20

* =högt värde		Landholmen N, rör	Landholmen S, rör	Ådalskvarn rör	
		MT x 6578770 y 1583950	MT x 6578380 y 1583965	x6569076 y1576960	
	KMnO ₄	mg/l	8,7	6,7	
	COD (Mn)	mg/l	2,2	1,7	1,6
	Konduktivitet 25 gr	mS/m			73
	pH		8,1	7,3	8,3
	Alkalinitet	mg/l	212	183	323
	Kolsyra agg CO ₂	mg/l	<1	<1	<1
	Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	77	72	21
	Hårdhet gr tot	gr dH	10,7	10	2,9
	Ca	mg/l	54,8	51	15
	Mg	mg/l	13,2	12,6	3,7
	Na	mg/l	31	27,5	16
	K	mg/l	9,8	6,5	1,6
	Fe	mg/l	0,887	0,064	2,69
	Mn	mg/l	0,226	0,012	0,08
	Al	mg/l	0,12	0,047	0,09
	Cu	mg/l	<0.002	0,006	<0.01
	Zn	mg/l	0,026	0,018	<0,02
	Cd	ug/l	<0.05	0,07	
	Pb	ug/l	<0.5	<0.5	
	Hg	ug/l	<0.1	<0.1	
	Cr tot	ug/l	<0.5	<0.5	
	Ni	ug/l	7,5	5,2	
	Se	ug/l	<0.3	0,7	
	Ag	mg/l	<0.005	<0.005	
	V	mg/l	<0.005	<0.005	
	NH ₄	mg/l	0,217	0,009	
	NH ₄ -N	mg/l	0,167	0,007	0,135
	NO ₂	mg/l	<0.003	0,12	
	NO ₂ -N	mg/l	<0.001	0,036*	<0,001
	NO ₃	mg/l	0,026	1,01	
	NO ₃ -N	mg/l	0,006	0,23	<0,5
	PO ₄	mg/l	0,047	0,012	
	PO ₄ -P	mg/l	0,015	0,004	0,009
	F	mg/l	1	0,8	1,0
	Cl	mg/l	24	25	22
	SO ₄	mg/l	51	48	22

10. Dokumentation - leverans av digital information

10.1. Förteckning över MapInfo-filer - kartan över Grundvattentillgångar

<u>Lager</u>	<u>Filnamn</u>	<u>Kod</u>	<u>Förklaring</u>
Bergkap			
	Bergkap	1004	Goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 2000–6000 l/tim
		1005	Tämligen goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 600–2000 l/tim
		1006	Mindre goda uttagsmöjligheter. Mediankapacitet 200–600 l/tim
		1008	Liten uttagsmöjlighet. Mediankapacitet <200 l/tim
Jordkap			
	Jordkap	2002	Mycket stor grundvattentillgång med uttagsmöjlighet av storleksordningen 25–125 l/s
		2003	Stor grundvattentillgång med uttagsmöjlighet av storleksordningen 5–25 l/s
		2004	Måttlig grundvattentillgång med uttagsmöjlighet av storleksordningen 1–5 l/s
		2005	Liten grundvattentillgång med uttagsmöjlighet av storleksordningen < 1 l/s
		2006	D:o men samtidigt ett viktigt grundvattenbildningsområde för en större grundvattentillgång
		2011	Grundvattentillgång under lera. Mycket stor grundvattentillgång med uttagsmöjlighet av storleksordningen 25–125 l/s
		2012	Grundvattentillgång under lera. Stor grundvattentillgång med uttagsmöjlighet av storleksordningen 5–25 l/s
		2013	Grundvattentillgång under lera. Måttlig grundvattentillgång med uttagsmöjlighet av storleksordningen 1–5 l/s.
		2016	Sammanhängande område med mäktiglera. Vattenförande jordlager kan förekomma i och under leran.
	Jord_kos		Överbeteckningar till jordkap
Vmark			
	Vmark	3002	Kärr, mosse och torv
		3003	Fyllning
Hydrogr			
	Vatten		Sjömask (T5)
T5			
	p_plan	(T5)	Punktdata från T5
	l_plan	(T5)	Hydrografi från T5
	k_plan	(T5)	Vägar etc från T5
	indiggat		Indigitaliserade objekt som ej finns på T5-underlaget

Tektonik

Tektonik	ej kodat	Skiffrighet med stupning 0–10, 10–50, 50–85, 85–90 grader
Sprick	7001	Större sprickzon
	7002	Förkastning, nedsänkning på den taggade sidan

GRVSTR

Grv_kos2		Kosmetiskt lager
Grv_kos1		D:o
Isolinje	8030	Isolinje för grundvattnets trycknivå
grvstr	8001	Fast grundvattendelare
	8003	Rörlig grundvattendelare
	8020	Grundvattnets huvudrörelseriktning
	8040	Strandlinje med förutsättningar för inducerad infiltration vid grundvattenuttag

OBSDAT

Geofys	9080	Seismisk profil
	9081	Georadar profil
Lagfljd		Lagerföljder (från pardb486)
Gvniv		Grundvattennivåer (från pardb486)
vtak_kos		Kosmetiskt lager
obsdat2	9021	Källa. Flöde <1 l/s
	9022	D:o. Flöde 1–5 l/s
	9023	D:o. Flöde 5–25 l/s
	9050	Slukhål
Obsdat1	9001	Observationsrör för mätning av grundvattennivå
	9002	Inventerad brunn i jordlager
	9003	Inventerad brunn i berg
	9004	Sonderingsborring

V_TAKT

bark_486	10020	Enskild brunn i jord (Kapacitet >6000 l/tim)
	10060	Enskild brunn i berg (Kapacitet >6000 l/tim)
	ej kodat	Utdrag från SGU:s brunnsarkiv
v_takt	10001	Kommunal grundvattentäkt i jord med en eller flera produktionsbrunnar
	10003	Kommunalgrundvattentäkt (i reserv)
	10010	Förordnad grundvattentäkt i jord
	10050	Förordnad grundvattentäkt i berg
	10074	Anläggning för konstgjord grundvattenbildning
	10080	Kommunal ytvattentäkt
	10084	Förordnad ytvattentäkt

KOSMET

kos_text		Ortsnamn, övrig text
kos2, kos1		Kosmetiskt lager

10.2. Underlagskartan för grundvattenskydd (sårbarhetskartan) - filer som ej ingår i kartan över grundvattentillgångar

Filnamn	Kod	Förklaring
sarbar	1	Växlande infiltrations förhållanden
	2	Lera, torrsprickor kan under torrperioder vara genomgående
	3	Våtmarker
	4	Fyllning
	5	Lera, mäktig ger alltid skydd
	6	Grus infiltrationshastigheten vanligen >10 m/tim. Viktig grundvat-
tentillgång		
tentillgång	7	Lera med underliggande större grundvattentillgång.
	8	Sand infiltrationshastigheten vanligen någon cm/h. Viktig grundvat-
tentillgång	9	Sand grus, obetydlig grundvattentillgång
	10	D:o, viktigt infiltrationsområde
sar_kos		Överbeteckningar till sarbar
krut	901	Avfallsupplag
	902	Slamavfallsupplag
	903	Bensinstation
	905	Miljöfarlig industri
	906	Djur/gödsel
	907	Avloppsinfiltration
	908	Avloppsreningsverk
	909	Övrigt objekt från databasen KRUT
krut_kos		Kosmetiskt lager till krut
vkrut	951	Avfallsupplag (vilande)
	952	Slamavfallsupplag (vilande)
	953	Bensinstation (vilande)
	955	Miljöfarlig industri (vilande)
	956	Djur/gödsel (vilande)
	957	Avloppsinfiltration (vilande)
	958	Avloppsreningsverk (vilande)
	959	Övrigt objekt från databasen KRUT (vilande)
vkrut_ko		Kosmetiskt lager till vkrut
gvdel	8001	Fast grundvattendelare
	8003	Rörlig grundvattendelare
gvpil	8020	Grundvattnets huvudrörelseriktning

11. Litteratur och grundvattenkartor

11.1. Allmän litteratur

- AASTRUP, M., 1985: Grundvattenövervakning inom PMK. Rapport från verksamheten 1985. Statens naturvårdsverk. Rapport 3236. Solna.
- AASTRUP, M. m.fl. 1995: Grundvattnets kemi i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4415.
- AGERSTRAND, T., 1973. Praktisk geohydrologi. Praktisk miljökunskap. Vattenmiljön, s. 53 - 80. Red. Brink, Céwe m.fl. Natur och Kultur, Stockholm.
- ANDERSSON, A.C., ANDERSSON, O. & GUSTAFSSON, G., 1984: Brunnar: Undersökning - Dimensionering - Borrning - Drift. Byggeforskningsrådet R 42: 1984.
- ANDERSSON, S., ERIKSSON, A., ÅBYHAMMAR, T 1980: Utvinning av värme ur bergborrade brunnar. Förstudie. BFR-rapport R 142: 1980.
- BENGTSSON, M-L., 1996: Hydrogeologisk sårbarhetsklassificering som verktyg i kommunal planering. Med exempel från Lerums kommun. CTH, Geologiska institutionen Publ. A81.
- BERGSTRÖM, S., 1993: Sveriges hydrologi – grundläggande hydrologiska förhållanden. SMHI, Norrköping.
- BERTILS, U. m.fl. 1989: Försumningsläget i enskilda vattentäkter i Sverige.. Naturvårdsverket Rapport 3567.
- BJÖRNBO, S., 1981: Beskrivning till jordartskartan Strängnäs SO. –SGU Ae 39.
- 1983: Beskrivning till jordartskartan Strängnäs NV. –SGU Ae 60.
- 1985: Beskrivning till jordartskartan Strängnäs NO. –SGU Ae 68.
- BRINK, R., TULLBERG, H., 1982: Att utvinna och lagra värme i mark och vatten. Juridiska aspekter. BFR T 44: 1982.
- von BRÖMSEN, U., 1968: Grundvattenbildning i geologiskt olika terrängavsnitt. Metod-Teknik-Analys. Stockholm.
- Byggeforskningsrådet, 1982: Bergvärme, grundvattenvärme och geotermi. BFR-seminarium maj 1982. Rapport R130:1982.
- BÄCKSTRÖM, O., 1981: Försumning. Uppsala universitet. Kvartärgeologiska avdelningen.
- CARLSSON, L., & CARLSTEDT, A., 1976: Estimation of transmissivity and permeability in Swedish bedrocks. Nordic Hydrological Conference, Reykjavik.
- CARLSSON, L. & GUSTAFSSON, G., 1984: Provpumpning som geohydrologisk undersökningsmetodik. Byggeforskningsrådet R41: 1984.
- Coordinating committee for hydrology in nordic countries (COHYNO)*, 1984: Nordic Glossary of Hydrology. Editor: Iréne Johansson. Almqvist & Wiksell International, Stockholm.
- DE GEER, J., 1970: Några hydrogeologiska synpunkter på jordtäktens akviferer främst åsarnas. Grundvatten. Red. Eriksson, Gustafsson och Nilsson. Norstedts & Söners förlag, Stockholm.
- ENGQVIST, P., OLSSON, T. & SVENSSON, T., 1978: Pumping and recovery tests in wells sunk in till. Nordic Hydrological Conference and Second Nordic IHP meeting, Hanasaari Cultural Centre, July 31 - August 3, 1978, Papers of workshops. Helsinki.
- ERIKSSON, A., 1981: Energibrunnar. Information från brunnsarkivet 1/81. SGU.
- FLENTZBERG, A., 1909: Offerkällor och trefaldighetskällor. Fataburen s. 65-84, 141-149.
- FREDÉN, C., (temaredaktör) 1994: Berg och jord. Sveriges Nationalatlas.
- FRYCKLUND, C., m.fl. 1994: Konstgjord grundvattenbildning–Processer vid inducerad infiltration och bassänginfiltration. VAV VA-Forsk Rapport nr 1994-08.
- GRANBERG, G., 1934: Den kalendärt fixerade källdricken. Folkminnen och folktankar vol 21 s. 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. Nord. Hydrol. Conf. Aalborg 1974, s. 525-543. Kobenhavn.
- GUSTAFSSON, G., 1976: A method of calculating the hydraulic properties of leaky esker-aquifer systems. Nord. Hydrol. Conf. Reykjavik 1976, s. IV 47-64. Även i: Nordic Hydrology 8, 1977, s. 65-82. Reykjavik.
- GUSTAFSSON, G., NORLING, E., m.fl., 1980: Energigeologisk kartering. Metodstudie. BFR-rapport R 134: 1980. Stockholm.
- GUSTAFSSON, Y., 1970: Topografins inverkan på grundvattenbildningen. Grundvatten. Red. Eriksson, Gustafsson och Nilsson. Nordstedt & Söners förlag. Stockholm.
- HULT, A., 1991: Källan till vattnet. Anders Hult & Gidlunds Bokförlag, Värnamo.
- HYDÉN, H., 1983: Energiutvinning ur kommunala grundvattentäkter. Byggeforskningsrådet rapporter 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, 1987, 203-220.
- KNUTSSON, G. & MORFELDT, C.-O., 1993: Grundvatten, teori och tillämpning. AB Svensk Byggtjänst, Solna.
- KNUTZ, Å., m.fl., 1995: Yt- och grundvattenskydd. Vägverket Publ. 1995:1.
- LARSSON, I., 1972: Groundwater in granite rocks and tectonic models. Nordic Hydrology 3, s. 111-129. Stockholm.
- LARSSON, I., 1977: Torra och vattenrika bergartstyper i svenskt urberg. Vatten, 33.2. s. 96-101. Stockholm.

- LERNER, D.N., 1990: Groundwater recharge. A guide to understanding and estimating natural recharge. David N. Lerner, Arie S. Issar, Ian Simmers. Internat. Assoc. of Hydrogeologists.- Hannover, Heise. (International contributions to hydrogeology. Vol. 8).
- LINDÉN, A., m. fl., 1983: Områden med anomal radioaktiv värmeproduktion i södra och mellersta Sverige. Energiforskningsnämnden. Långsiktig energitillförsörforskning.
- LINDGREN, J., 1997: Radon i vatten – ännu inga gränsvärden. SGU Grundvatten 2/96 – 1/97.
- LIDMAN, E.- K. & MATTSON, E., 1982: Försurningens inverkan på korrosionen i vattenledningar av koppar. Korrosionsinstitutet. Stockholm.
- MÜLLERN, C.-F., 1980: Airborne geophysical measurements used for hydrogeological mapping. 6:e Nordiska Hydrologiska Konferensen. Uppsala Universitet, Naturgeografiska Institutionen. Rapport Nr 53. Uppsala.
- MÖLLER, H., 1987: Beskrivning till jordartskartan Strängnäs SV. –SGU Ae 82.
- Naturvårdsverket*, 1991: Grundvatentäkter. 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 Report no 35.
- NORDQVIST, R., 1982: Försurning. Uppsala Universitet. Kvartärgeologiska avdelningen.
- OLOFSSON, B., ERICSSON, L.O., 1985: Miljöförändringar vid värmeutvinning ur berg och grundvatten. Byggnadsrådet rapporter R 149.
- PERSSON, G., 1992: Groundwater protection and vulnerability maps in Sweden. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia Vol. XLII.
- Programmet för övervakning av miljö kvalitet (PMK)*, 1986: Monitor: Sura och försurade vatten. Statens naturvårdsverk, Solna.
- RODHE, A., 1987: The origin of streamwater traced by oxygen-18. Rep. Ser. A, No 41, Div. of Hydrology, Uppsala Univ., 260 pp.
- SAMUELSSON, M., 1983: Ytligt grundvatten – kemi och omsättning. En studie av källor i skogsmark. Kungl. tekniska högskolan. Institutionen för kulturteknik. Meddelande TRITA-KUT 3023.
- SANDBERG, B., 1982: Korrosion på markförlagda konstruktioner – påverkan av markförsurning. Korrosionsinstitutet, Stockholm.
- SAXENA, R. AND DRESSIE, Z., 1983: Estimation of groundwater recharge and moisture movement in sandy formations by tracing natural 0-18 and injected tritium profiles in the unsaturated zone. Isotope hydrology (Proc. Symp. Vienna, 1983), IAEA, Vienna pp 139 – 150.
- Statens Livsmedelsverk*, 1993: Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten. SLV FS 1993:35.
- Statens offentliga utredningar*, 1994: Reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar. Delbetänkande av Grundvattenutredningen. SOU 1994:97.
- Svenska Vatten och Avloppsverksföreningen*, 1995: VA-verk 1994. Statistiska uppgifter över kommunala vatten- och avloppsverk. VAV S94.
- Svenska Vatten och Avloppsverksföreningen*, 1997: Skydd av vattentäkter. Meddelanden, VAV M98.
- STÅLHÖS, G., 1982: Beskrivning till berggrundskartan Strängnäs SO. –SGU Af 142.
- 1984: Beskrivning till berggrundskartorna Strängnäs NV och NO. –SGU Af 145.
- SUNDLÖF, B. & KRONQVIST, L., 1992: Konstgjord grundvattenbildning. VAV VA-Forsk Rapport nr 1992-13.
- Tekniska Nomenklaturcentralen*, 1970: Vattenordlista 2. TNC 45. Uppsala.
- Tekniska Nomenklaturcentralen*, 1984: Geologisk ordlista. TNC 77. Uppsala.
- UNESCO, 1970: International legend for hydrogeological maps. UNESCO, Paris.

11.2. SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel

- Nr 17. Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand – bentonitskikt. 1980.
- Nr 21. Groundwater-level fluctuations as a measure of the effective porosity and groundwater recharge. 1980.
- Nr 27. Intruded and relict groundwater of marine origin. SWIM -81. 1981.
- Nr 30. Radon – geological aspects of an environmental problem. 1982.
- Nr 37. Geokemisk kartering. 1984.
- Nr 39. Salt grundvatten i Sverige. 1985.
- Nr 42. Geokemisk kartering. Bäcktorv. 1985.
- Nr 43. Grundvattennätet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
- Nr 44. Grundvattenkvalitet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
- Nr 57. Karbonat i jord. Del 4. Försurning i äldre sedimentlagerföljder med anknytning till och i jämförelse med nutid. 1990.
- Nr 67. Strandförskjutningen i Eskilstunatrakten för ca 9 000 till 4 000 år sedan. 1991.
- Nr 75. Biogeokemiska kartan 8–10, G–J och 11–12, H–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1993.
- Nr 86. Miljögeologi. Kartor för samhällsplanerare och miljövärdare. Exempel från Mittnordenområdet. 1996.
- Nr 87. 14th Salt Water Intrusion Meeting, Malmö, SWIM -96. 1996.

11. 3. Ej tryckta utredningar

Datum	Firma	Titel
1951-03-15	VBB	Redogörelse för utförda grundvattenundersökningar.
1951-10-24	Westman & Challis	Förslag rörande preliminära grundvattenundersökningar för Abborrbergets villasamhälle i Tosterö kommun.
1952	ÖVD	Ansökan om tillstånd att anlägga en vattentäkt på Gorsingeholm 4:1 inom staden (Strängnäs).
1956-01-09	Vatten- och avloppsteknik	Allmän redogörelse för grundvattenundersökningar i Härads kyrkby inom Vårfruberga kommun.
1963-07-17	K-konsult	Redogörelse angående förundersökning av grundvattentillgången för planerat byggnadsplaneområde inom Merlänna by, Åkers kommun.
1966-01-05	K-konsult	Redogörelse över utförd grundvattenundersökning för Merlänna by inom Åkers kommun.
1966-05-05	Viak	Svinsjön. Daga kommun, Södermanlands län. Redogörelse för grundvattenundersökningar.
1966-06-23	LBF	PM angående utförd lokalisering av vattentäkt för Merlänna by inom Åkers kommun.
1966-08-01	H Fyrbergs fastighets AB	Byggnadsplan för del av fast. Sanda 5:1 m fl i Aspö socken. PM angående föreslaget skyddsområde.
1967-01-17	Torsten E Larsson kons.ing. AB	Va-beskrivning tillhörande förslag till byggnadsplan för Kumla 1:3 m fl, Vårfruberga kommun.
1967-03-08	LBF	Redogörelse över utförd grundvattenundersökning för Merlänna by inom Åkers kommun.
1969-07-01	AIB	Fritidsområdet Åsby 2:1. Vårfruberga kommun. Förslag till vatten- och avloppsanläggningar.
1970-06-03	K-konsult	Principutredning angående vattenförsörjning och avlopp upprättad i samband med översiktlig planläggning i Åkers styckebruk.
1974-01-31	AIB, Stockholm	Rapport över provpumpning av vattentäkt för fritidsområde på Östra Märsön, Enköping.
1976-03-23	Orrje & Co	Redogörelse för grundvattenundersökningar i Helgarö.
1976-12-09	Orrje & Co Scandiaconsult	Åkers vattenförsörjning, PM angående förundersökningar med rördrivningar
1978-08-02	Orrje & Co Scandiaconsult	Ny vattentäkt för Åker. Redogörelse för grundvattenundersökning med långtidsprovpumpning vid Åsen.
1981-07-20	Länsstyrelsen i Södermanlands län	Fastställelse av skyddsområde och skyddsföreskrifter för två grundvattentäkter i Vansö.
1981-12-01	SGU	Geologisk besiktning och VLF-mätningar vid Merlänna tätort.
1982-03-11	SGU	Kompletterande VLF-mätningar vid Merlänna.
1983-01-13	SGU	Provpumpning av bergborrad brunn vid Merlänna, Strängnäs kommun.
1983-10-05	Scandiaconsult	Utlåtande avseende flyttning av vattentäkt i Stallarholmen.
1983-10-11	SGU	VLF- och slingrammätningar för grundvattenprospektering vid Härad, Strängnäs kommun.
1984-02-20	Scandiaconsult	Fermenta AB. Utredning angående grundvattenuttag för kylning vid Gorsingeholm.
1985-10-03	Scandiaconsult	Åkers vattenförsörjning, Teknisk utredning för ansökan om vattendom för grundvattenuttag.
1986-02-12	Scandiaconsult	Åkers vattenförsörjning, PM med yttrande över inkomna erinringsskrifter i Mål VA 65/85.
1986-03	SGU & Geosystem AB	Strängnäs kommun. Inventering av vattenkvaliteten i enskilda brunnar och källor.
1989-06-07	Scandiaconsult Väst AB	Strängnäs kommun Grundvattentillgångar inventering och värdering.
1993-01-29	VBB VIAK / Banverket	Svealandsbanan delen Ryssjö – Läggesta
1994-04-29	Alfred Orrje AB / Banverket	Svealandsbanan delen Läggesta – Malmby.
1995	KM / Vägverket	Underhandsrapporter om resultat från borrhningar och seismiska mätningar vid Grundbro.

11.4. 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

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 (under arbete)
- 16. Gävleborgs län (under arbete)
- 17. Grundvattnet i Sverige (skala 1:1 miljon)
- 18. Dalarnas län (under arbete)
- 19. Värmlands län (under arbete)
- 20. Örebro län (under arbete)

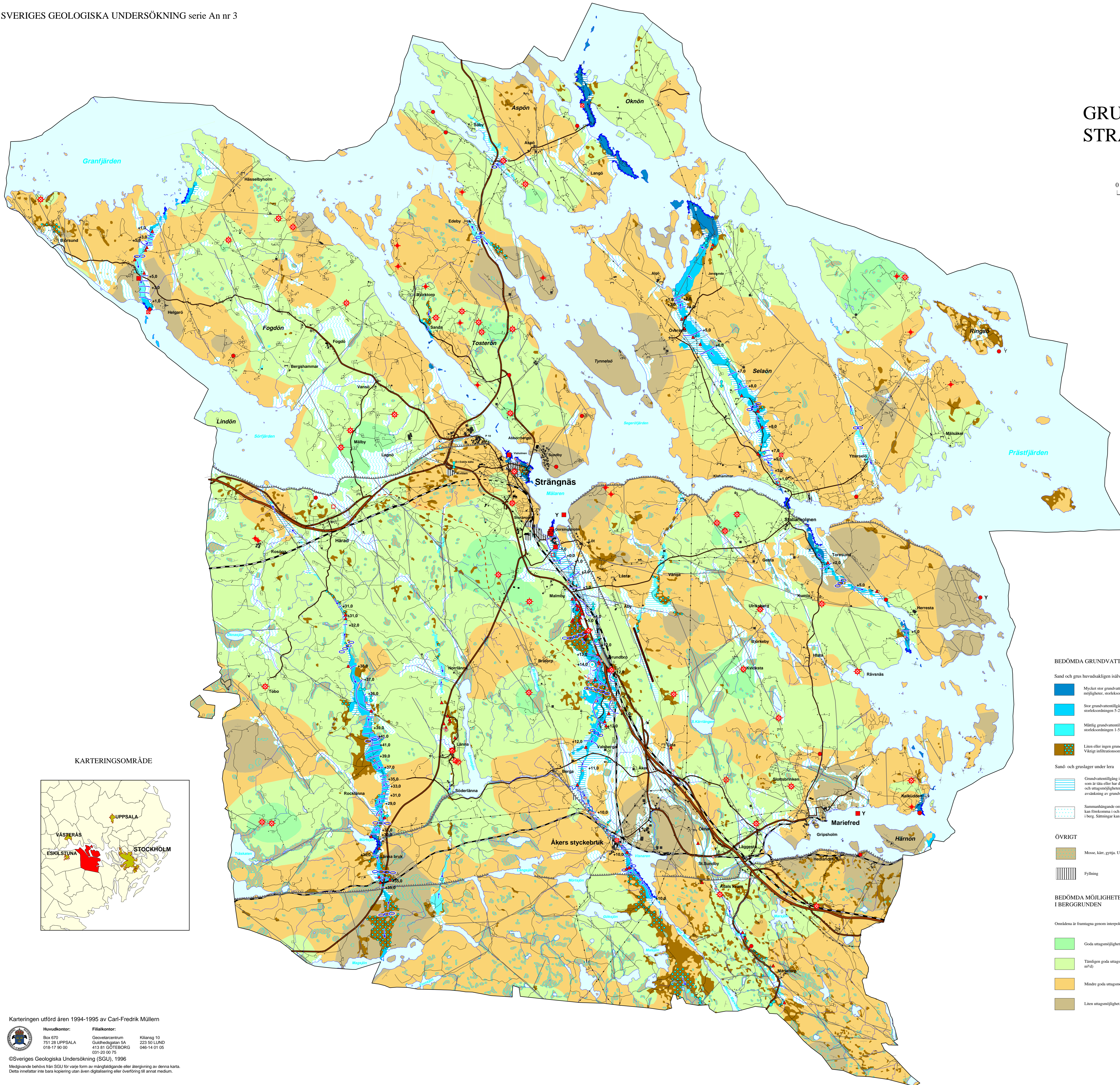
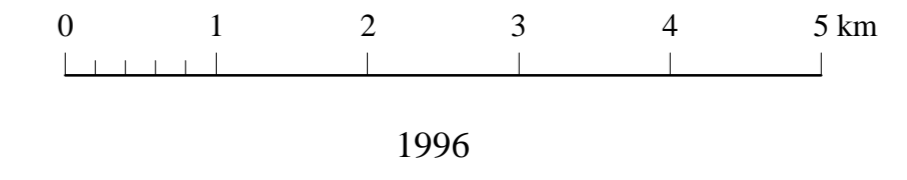
SGU serie An, digitala grundvattenkartor, kommuner, i skala 1:50 000.

- Nr 1. Haninge
- 2. Hässleholm
- 3. Strängnäs
- 4. Upplands-Bro
- 5. Södertälje

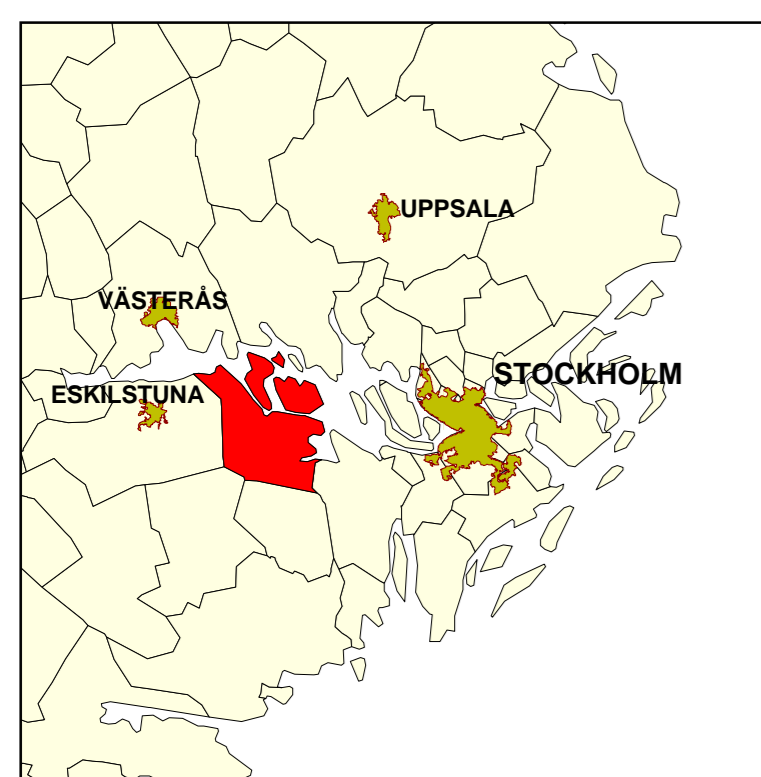
Grundvattenkartan och figurer till kapitel 4. Grundvattnets kemi.

Grundvattenkartan	○
Grundvattenkartan (uppdelad)	○
Fig. 4.2.a. – Totalhårdhet i grundvattnet	○
Fig. 4.2.b. – Surhet i grundvattnet	○
Fig. 4.2.c. – Alkalinitet i grundvattnet	○
Fig. 4.2.d. – Sulfathalt i grundvattnet	○
Fig. 4.2.e. – Flouridhalt i grundvattnet	○
Fig. 4.2.f. – Kloridhalt i grundvattnet	○
Fig. 4.2.g. – Konduktivitet i grundvattnet	○
Fig. 4.2.h. – Nitrathalt i grundvattnet	○
Till innehållsförteckning	○

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR I STRÄNGNÄS KOMMUN



KARTERINGSOMRÅDE



BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I JORDLAGEN

- Sand och grus huvudsakligen isälvavlagringar
- Mycket stor grundvattentillgång, med utmärkt eller svagt 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) Viktigt infiltrationsområde (th)

- Sand- och gruslager under lera
- Grundvattentillgång i sand- och gruslager eller i luckor motan under jordlager som är tunn eller har dålig genomsläpplighet, fästa leror. Grundvattentillgång och uttagsmöjligheter enligt följande ovan. Sättningar kan uppstå i lera vid avsinkning av grundvattennivån
 - Sammanhängande område med måttlig lera. Vattnet från sand- och gruslager kan förekomma i och under lera. Brunnar i jord kan vara ett alternativ till brunnar i berg. Sättningar kan uppstå i lera vid avsinkning av grundvattennivån

- ÖVRIGT
- Mosse, kärr, götja. Utgör ofta utströmningssområden
 - Fyllning

BEDÖMDA MÖJLIGHETER TILL UTTAG AV GRUNDVATTEN I BERGGRUNDEN

- Områdena är framtagna genom interpolering av brunnkapacitetsdata ur SGU's brunnarkiv
- Goda uttagsmöjligheter. Medelkapacitet 2000-6000 l/h (ca 50-150 m³/d)
 - Tillfälliga goda uttagsmöjligheter. Medelkapacitet 600-2000 l/h (ca 15-50 m³/d)
 - Mindre goda uttagsmöjligheter. Medelkapacitet 200-600 l/h (ca 5-15 m³/d)
 - Liten uttagsmöjlighet. Medelkapacitet < 200 l/h (ca 5 m³/d)

ÖVRIGA BETECKNINGAR

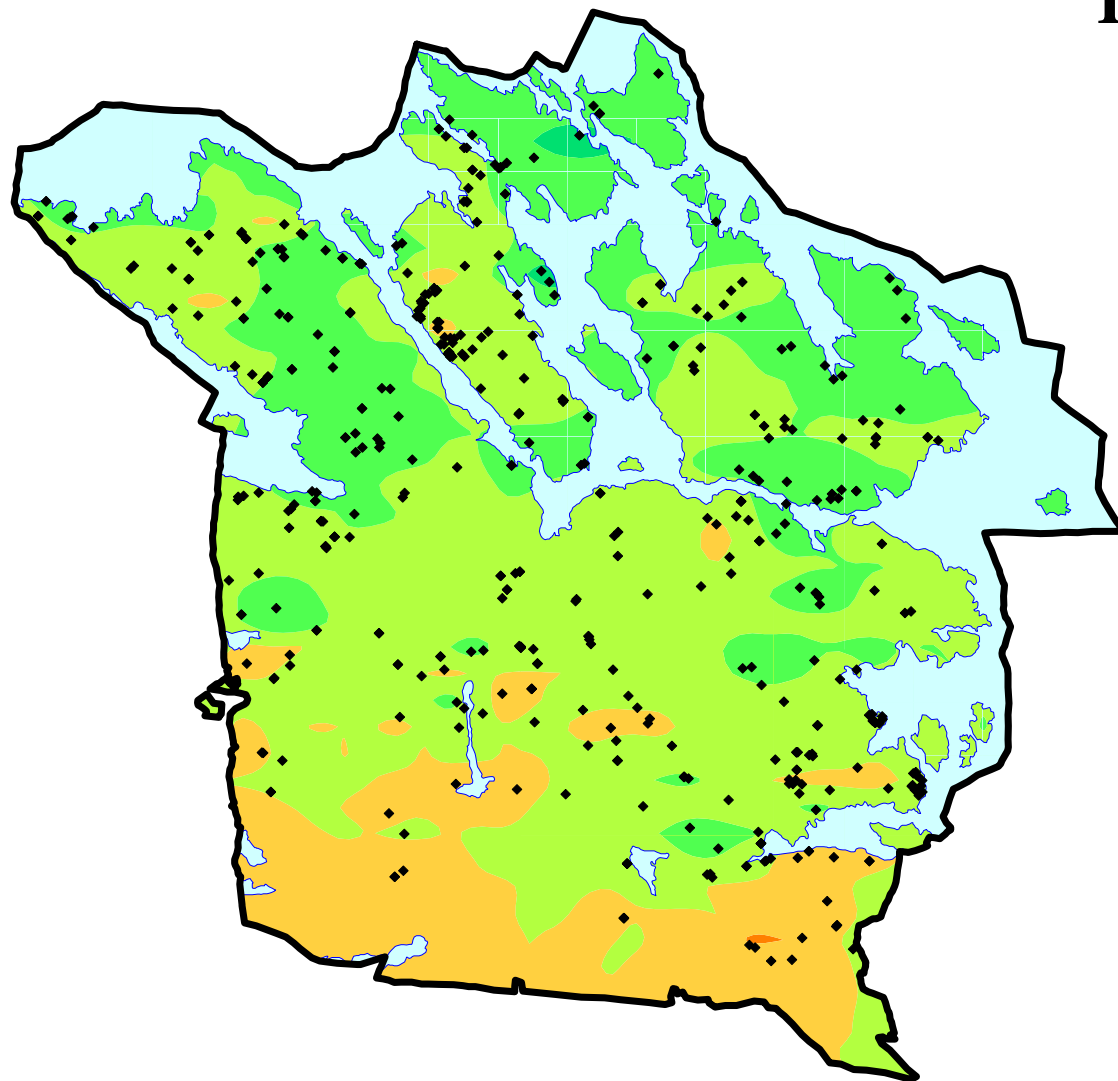
- Fast grundvattentävlare
- Rörlig grundvattentävlare
- Grundvattnets huvudsakstäckning där säker uppgift finns
- Grundvattnets trycknivå i m o.h. (Under november månad 1995)
- Strömning där uttagsmöjligheterna i angränsande isälvavlagring är större p.g.a. inducering
- Källa med flödesmätning, vanligen med ett flöde av > 1 l/s
- Större sprickzon, indikation, tvärsnitt med bättre möjlighet till grundvattentagning än omgivande berggrund
- Förkärning, nedstigning på den taggade skåtan
- Skiffighet med stigning 0-10 grader (vänster) respektive 11-50 grader (höger)
- Skiffighet med stigning 51-80 grader (vänster) respektive 81-90 grader (höger)
- Område för gruvstat
- Observationsrör för mätning av grundvattennivå
- Enskild brunn för mätning av grundvattennivå
- Skåphål
- Kommunal grundvattentävlare i jord med en eller flera produktionsbrunnar
- Kommunal grundvattentävlare i reserv
- Kommunal trytventävlare
- Enskild grundvattentävlare i jord (vänster) eller berg (höger), förordnad
- Enskild trytventävlare, förordnad
- Anläggning för konstgjord grundvattenrikning
- Enskild brunn i jord (vänster) eller berg (höger) med kapacitet > 6000 l/h (= ca 150 m³/d)

SGU

Sveriges Geologiska Undersökning

Totalhårdhet i grundvattnet

Strängnäs kommun



Hårdhet (mg Ca/l)



7.5



15



35



70



150

Fig. 4.2.a.

Surhet i grundvattnet

Strängnäs kommun

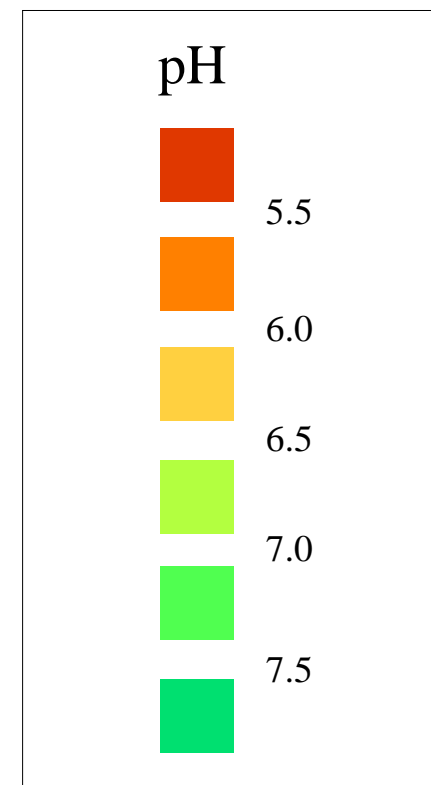
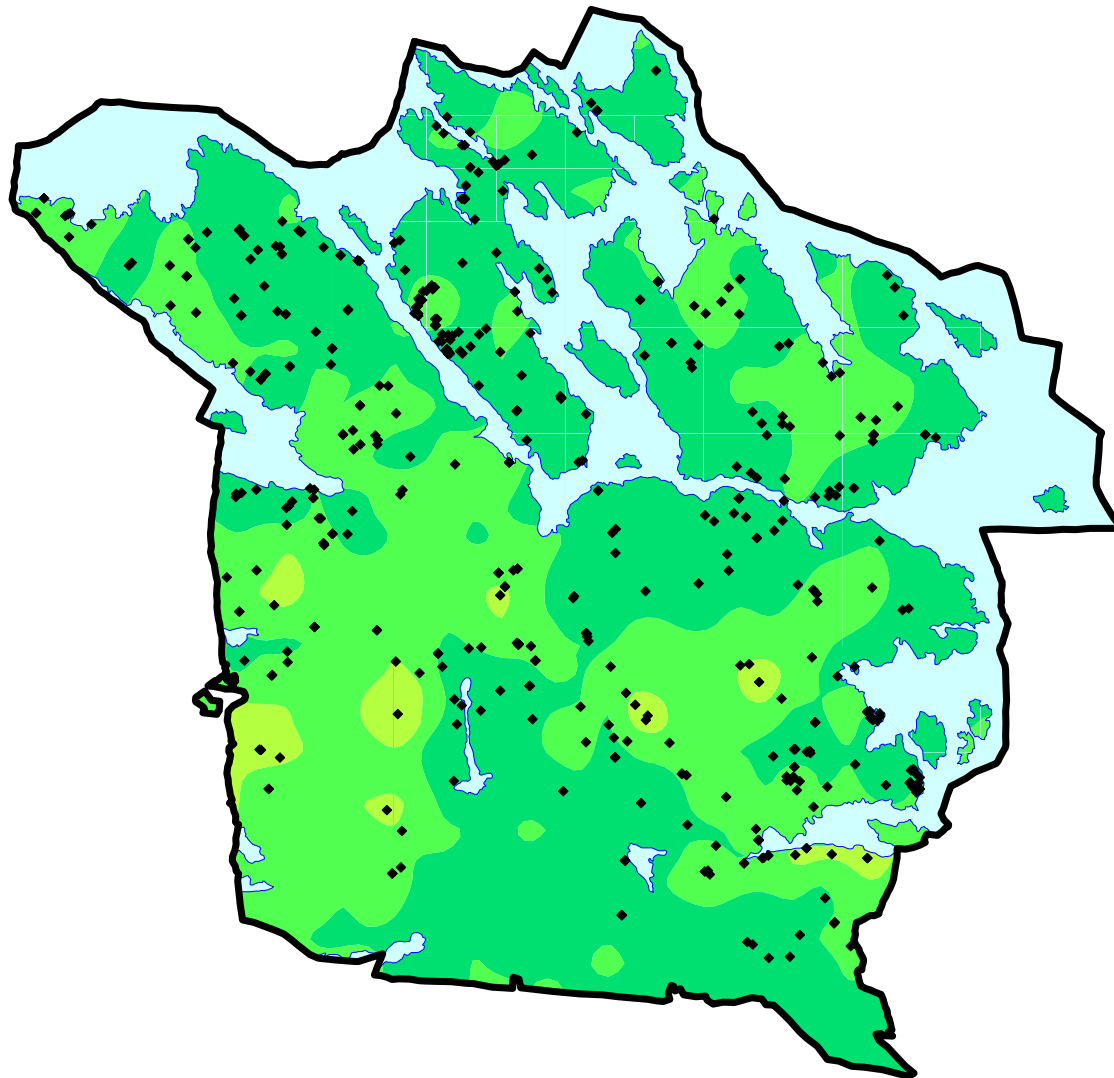


Fig. 4.2.b.

Alkalinitet i grundvattnet

Strängnäs kommun

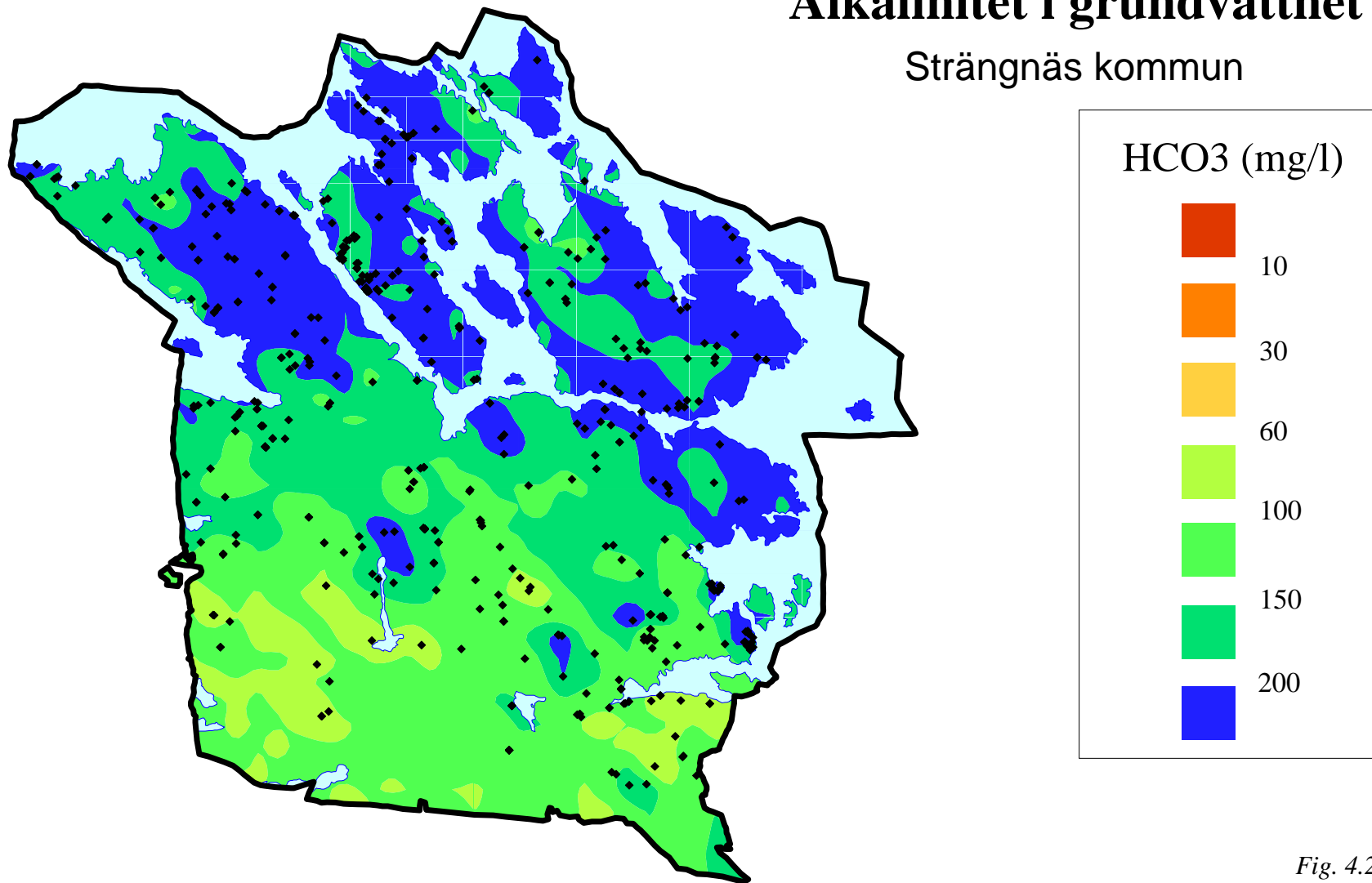


Fig. 4.2.c.

Sulfathalt i grundvattnet

Strängnäs kommun

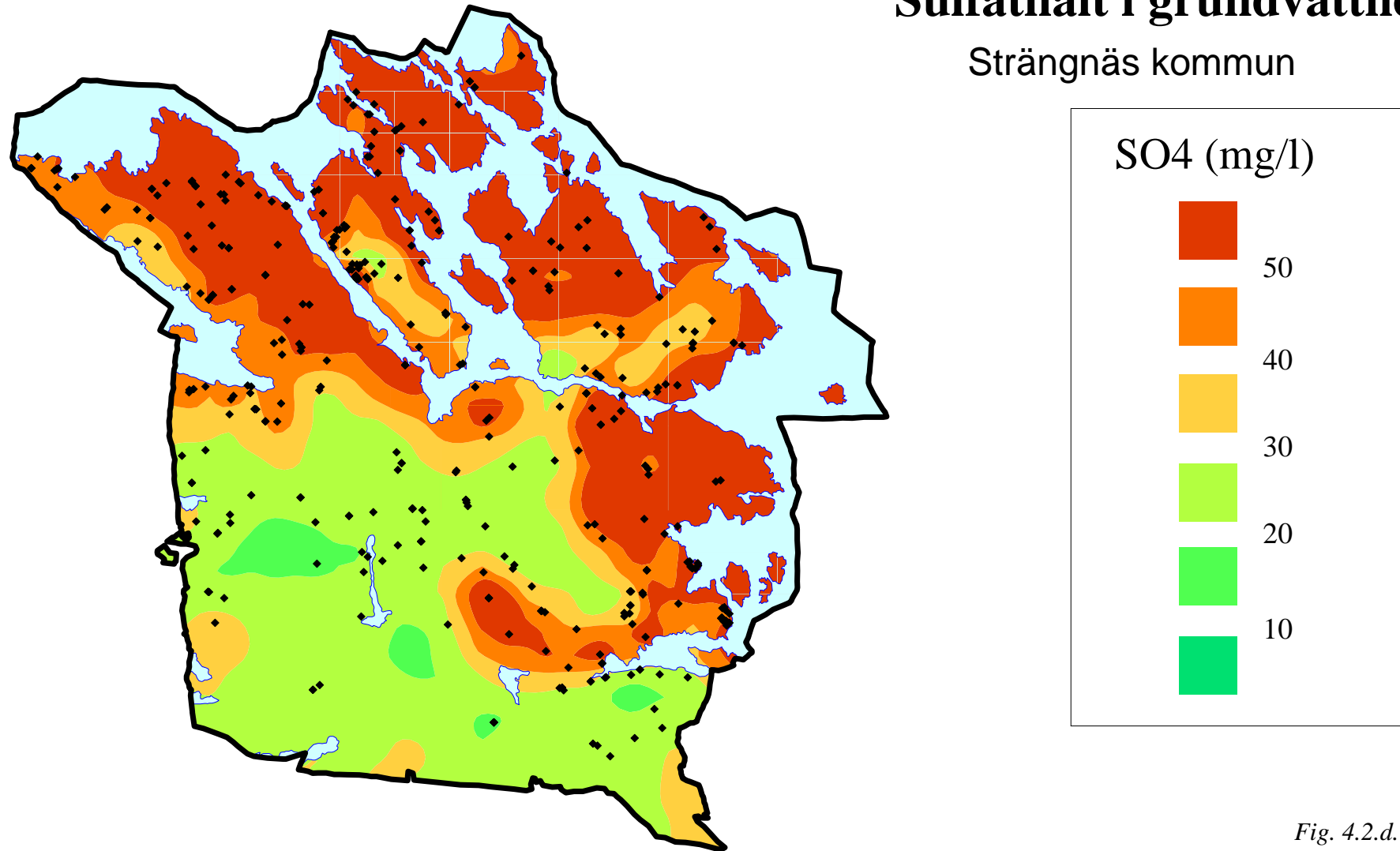


Fig. 4.2.d.

Fluoridhalt i grundvattnet

Strängnäs kommun

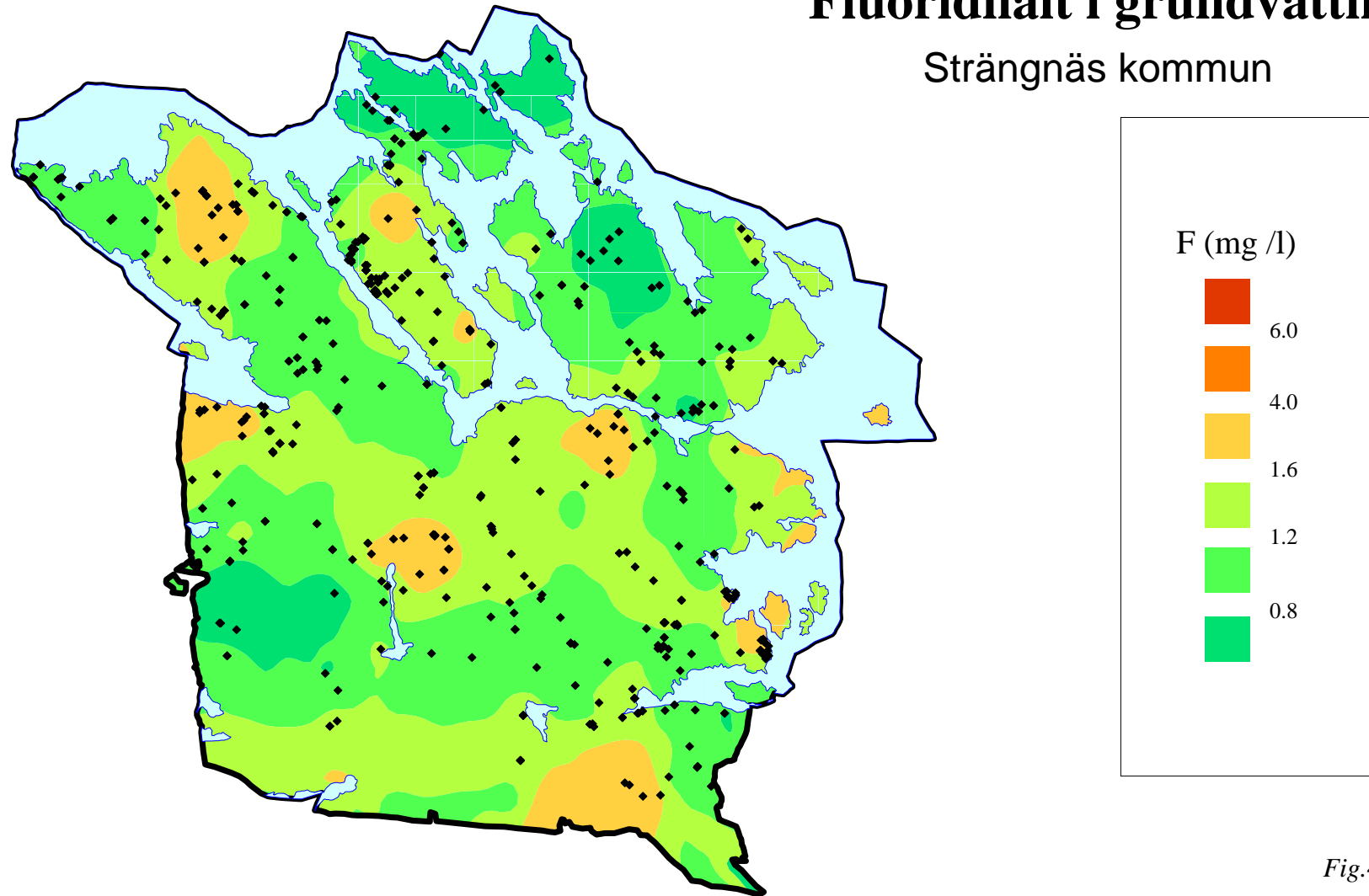
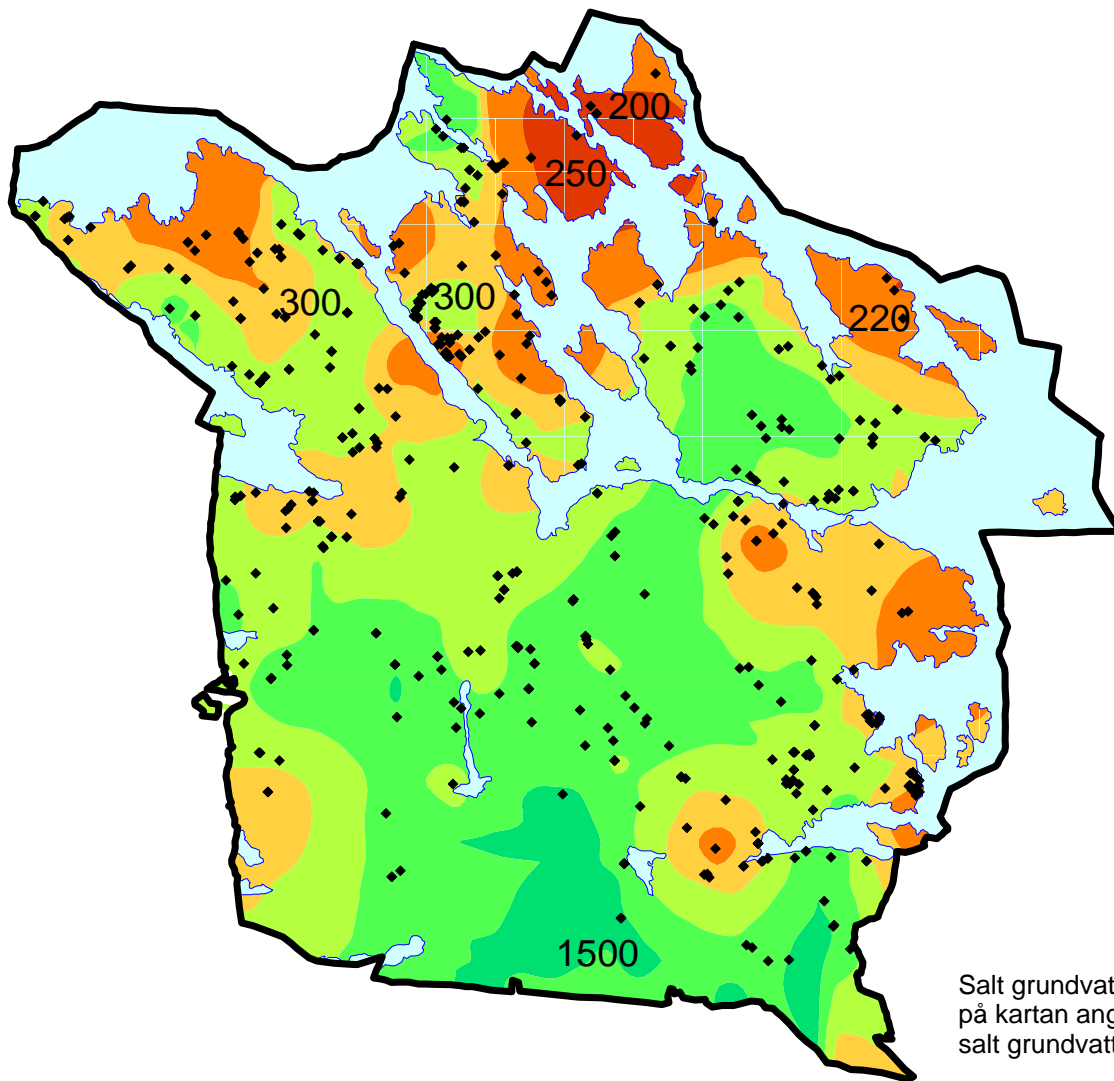


Fig.4.2.e.

Kloridhalt i grundvattnet

Strängnäs kommun



Cl (mg/l)



300



100



50



25



10

Fig. 4.2.f.

Salt grundvatten förekommer sannolikt i alla områden, men på olika djup. Siffrorna på kartan anger djupet i meter till gänsen mellan överliggande sött och underliggande salt grundvatten, uppmätt med vertikala elektriska sonderingar

SGU

Sveriges Geologiska Undersökning

Konduktivitet i grundvattnet

Stängnäs kommun

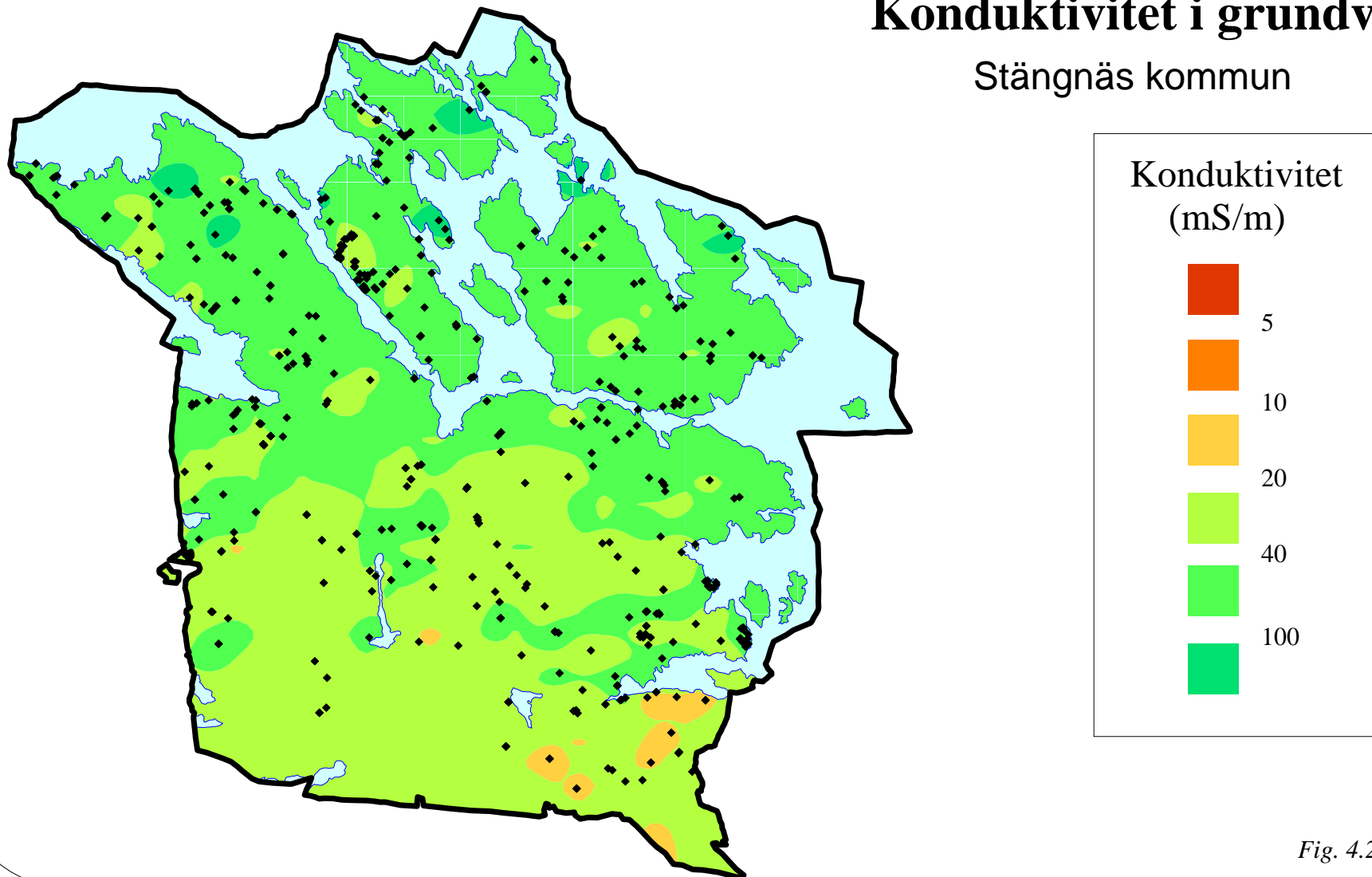


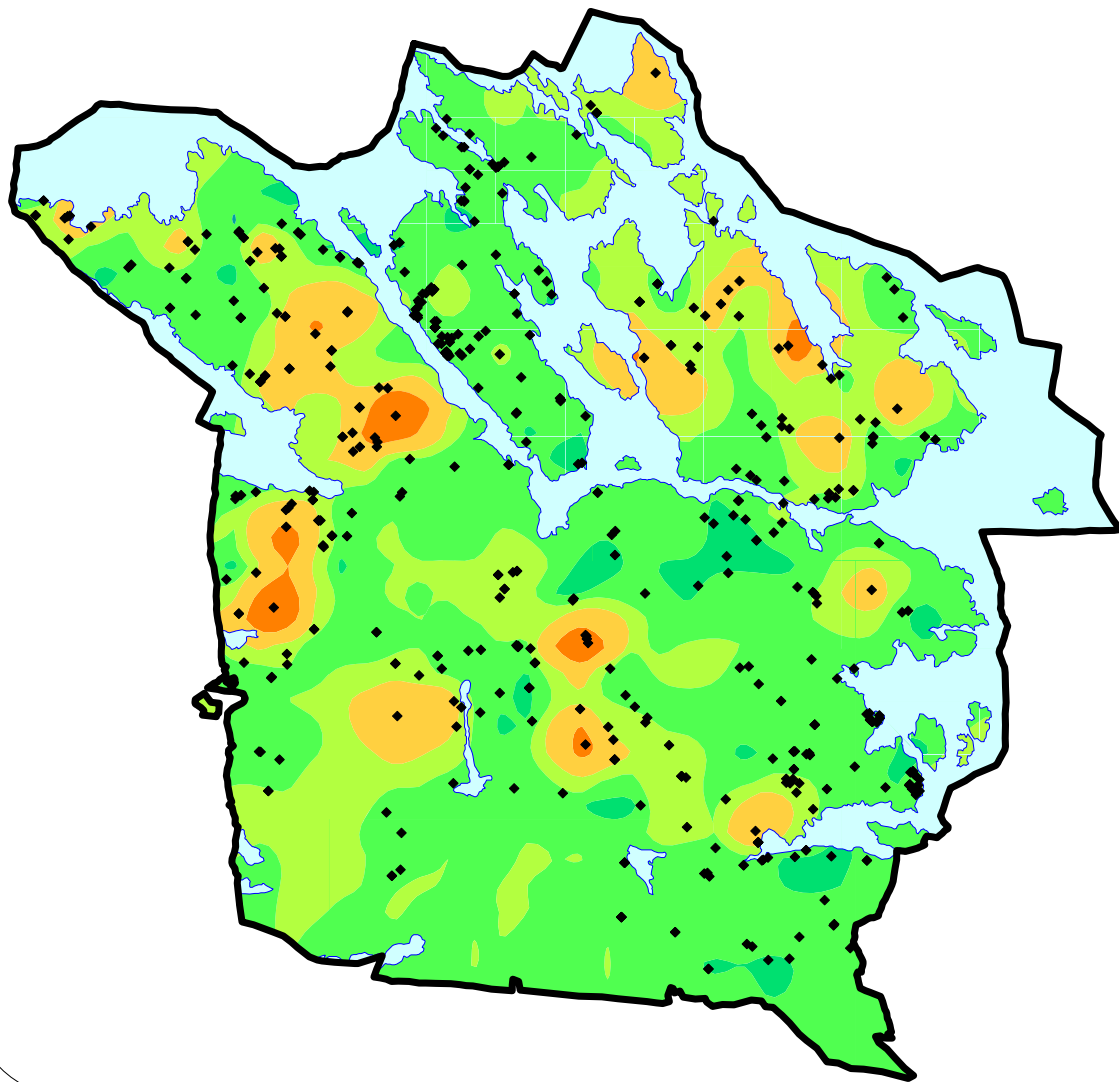
Fig. 4.2.g.

SGU

Sveriges Geologiska Undersökning

Nitrathalt i grundvattnet

Strängnäs kommun



No3 (mg/l)

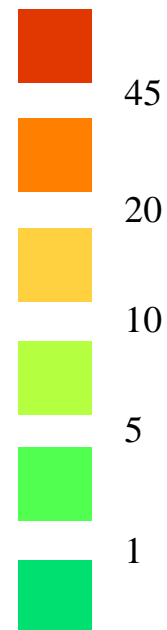
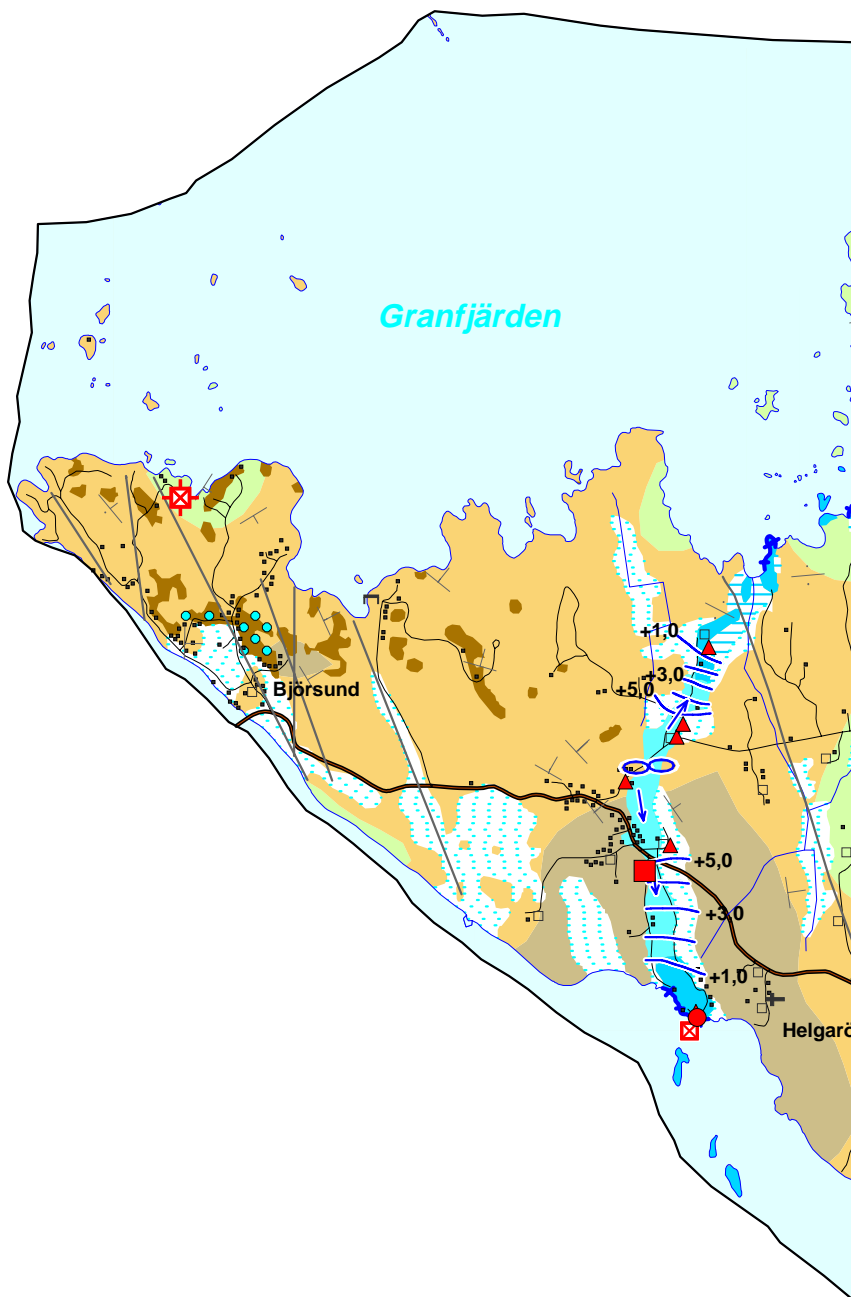


Fig. 4.2.h

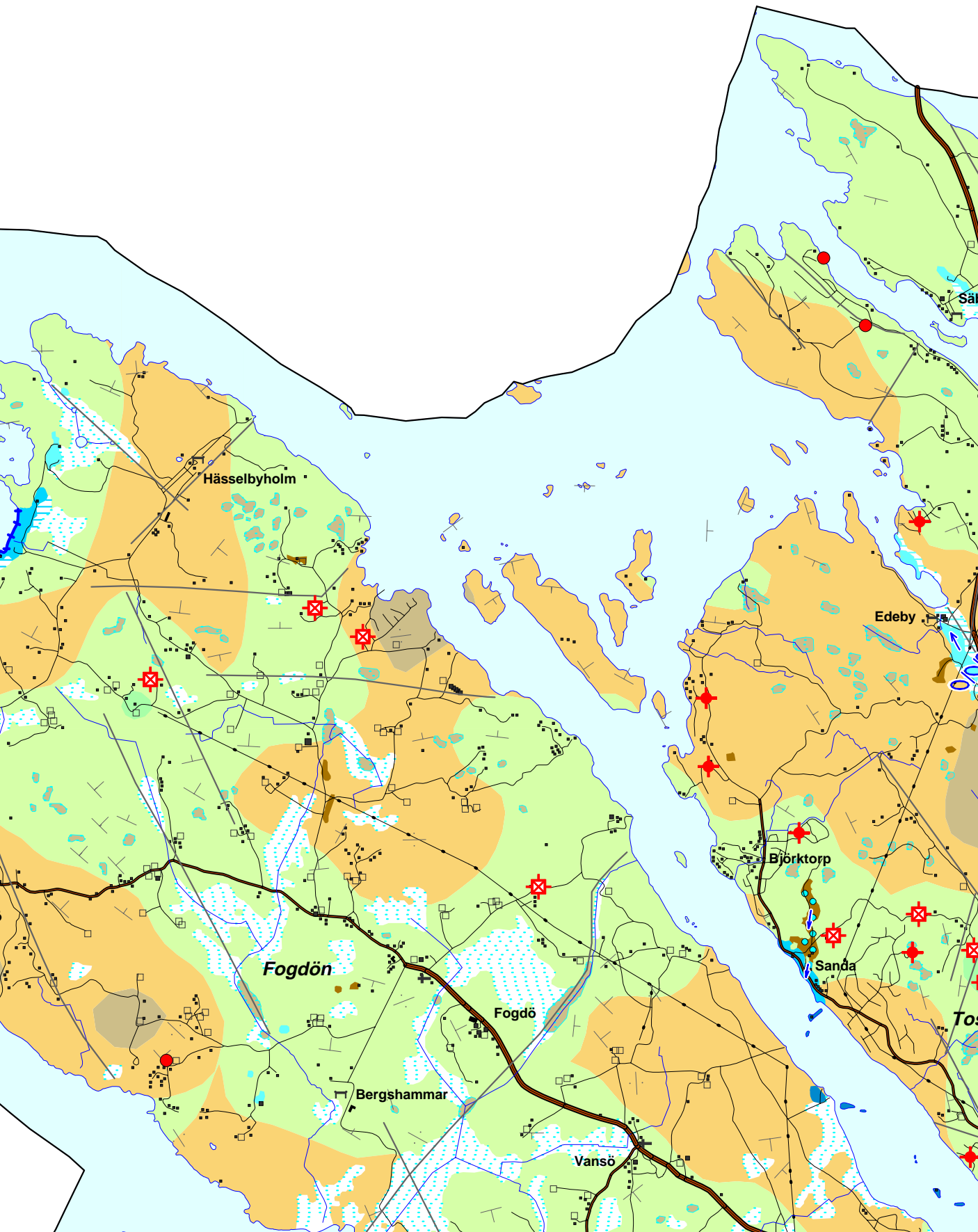
SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

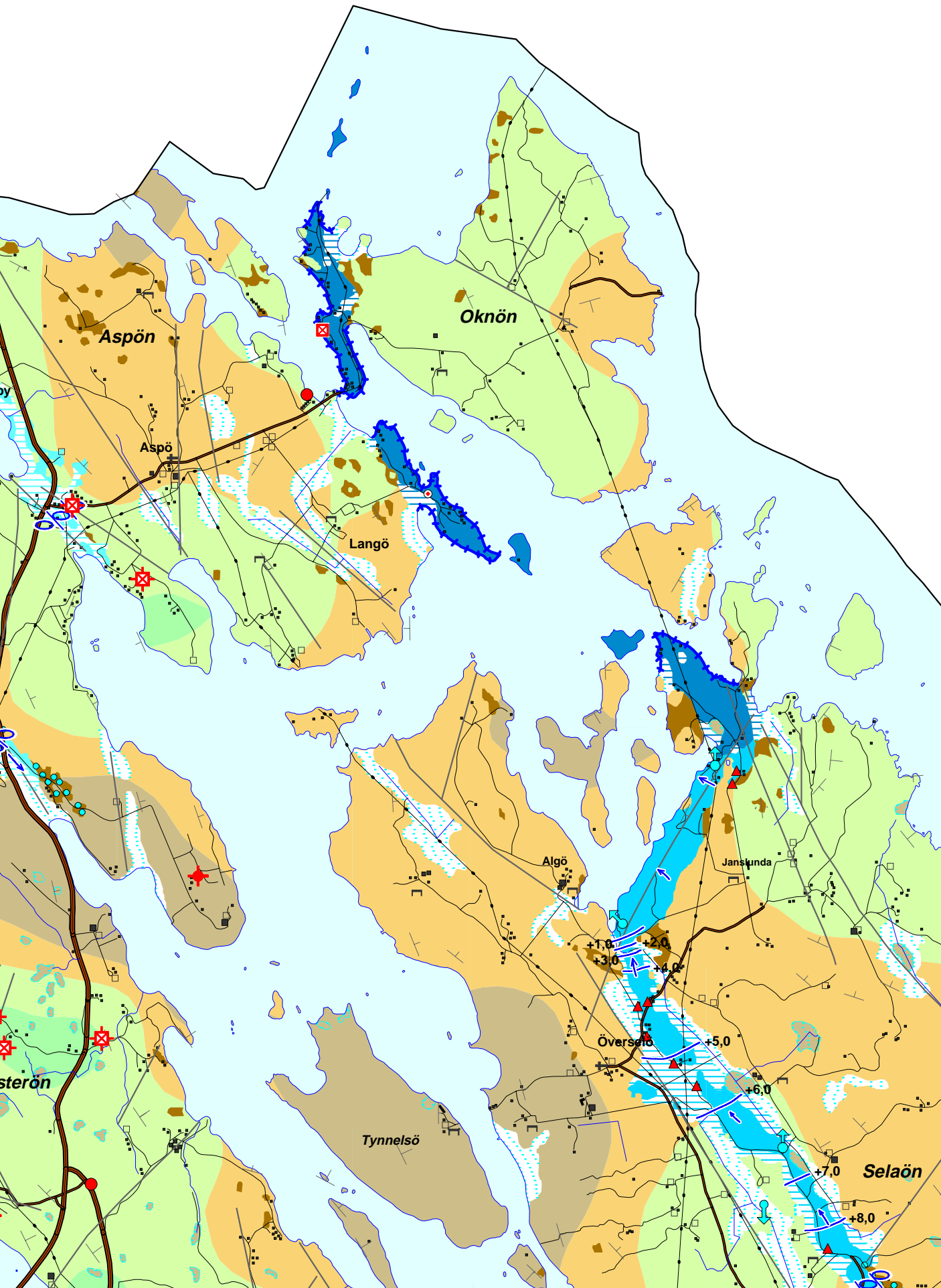
6600

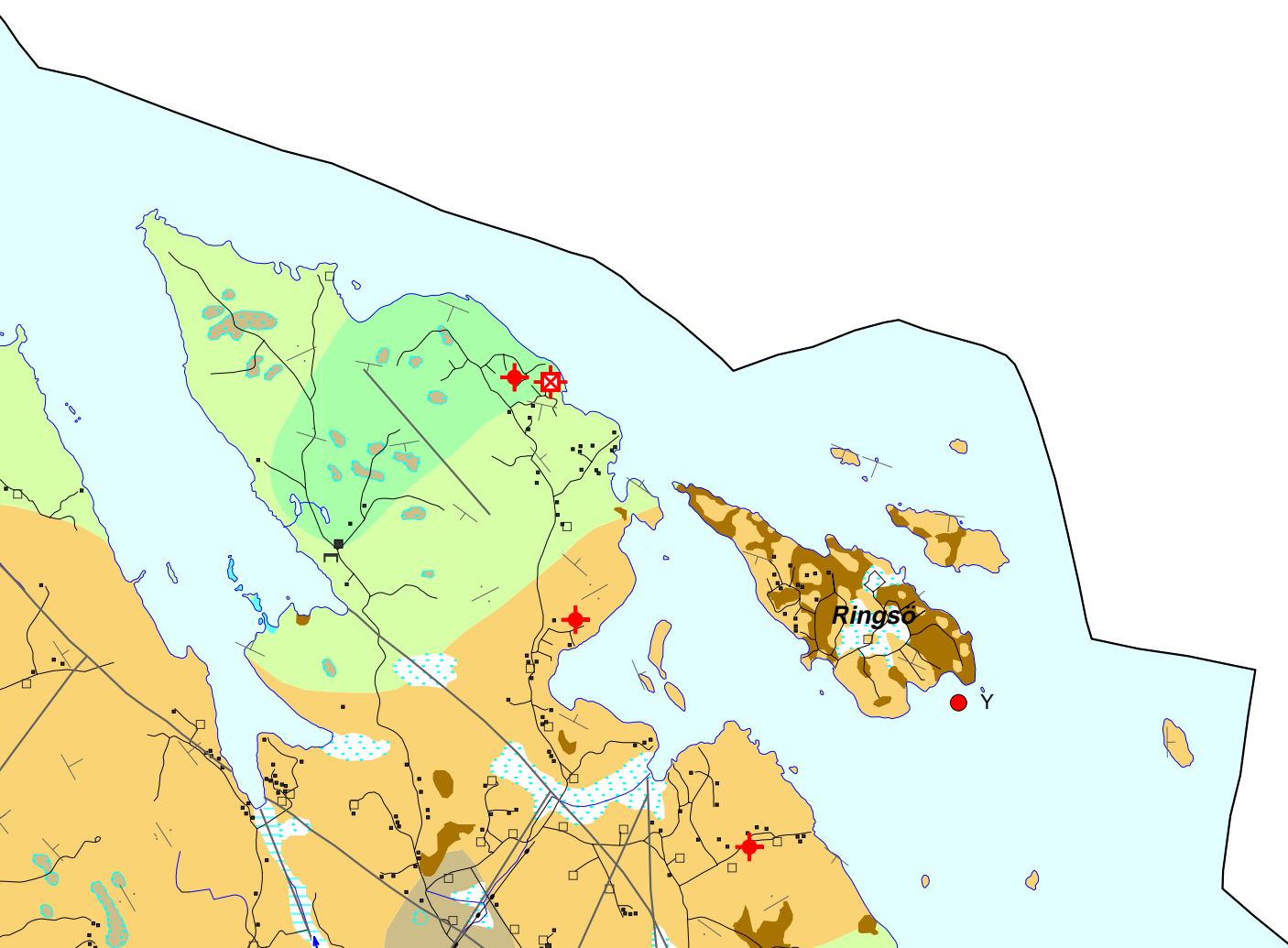


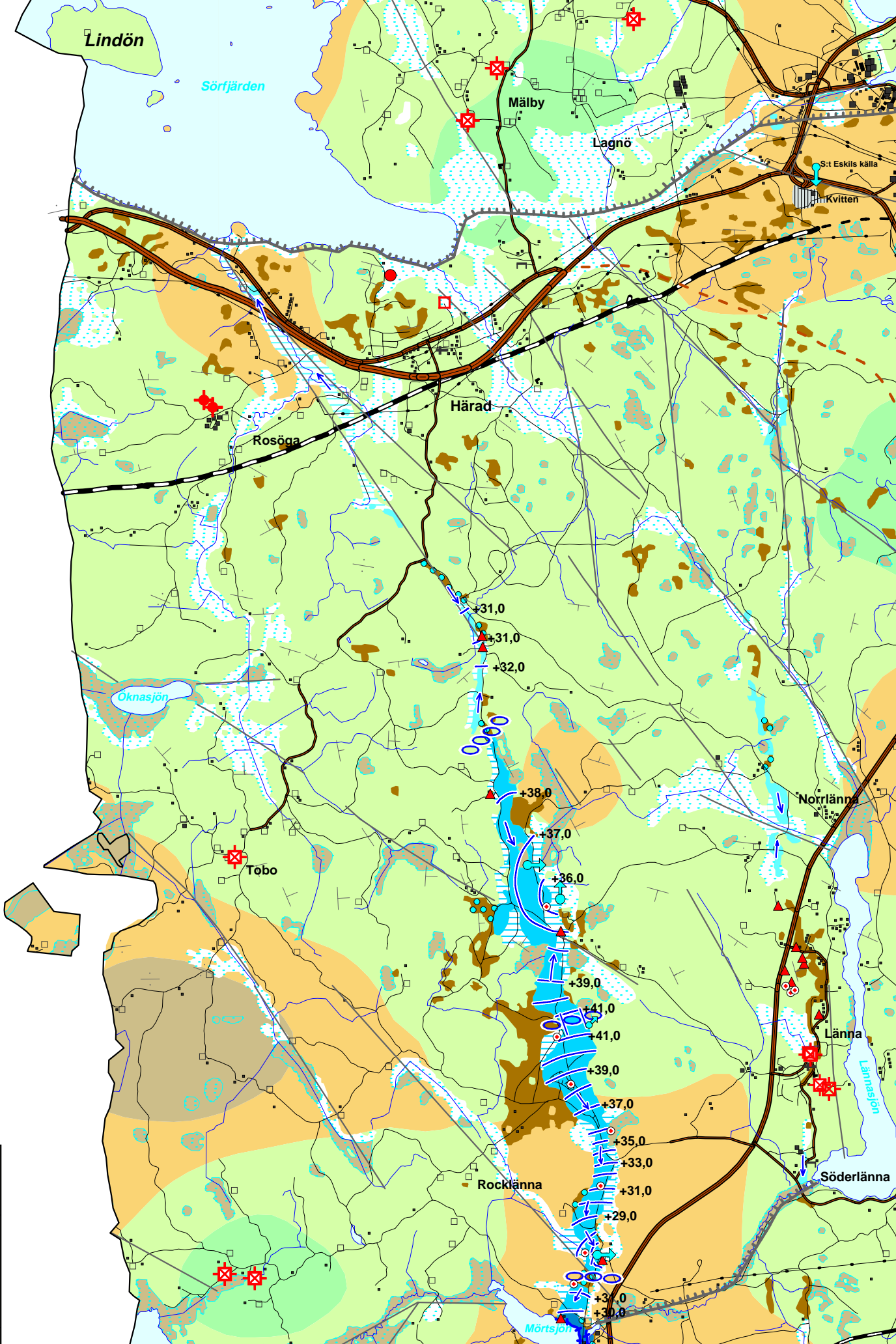
6590

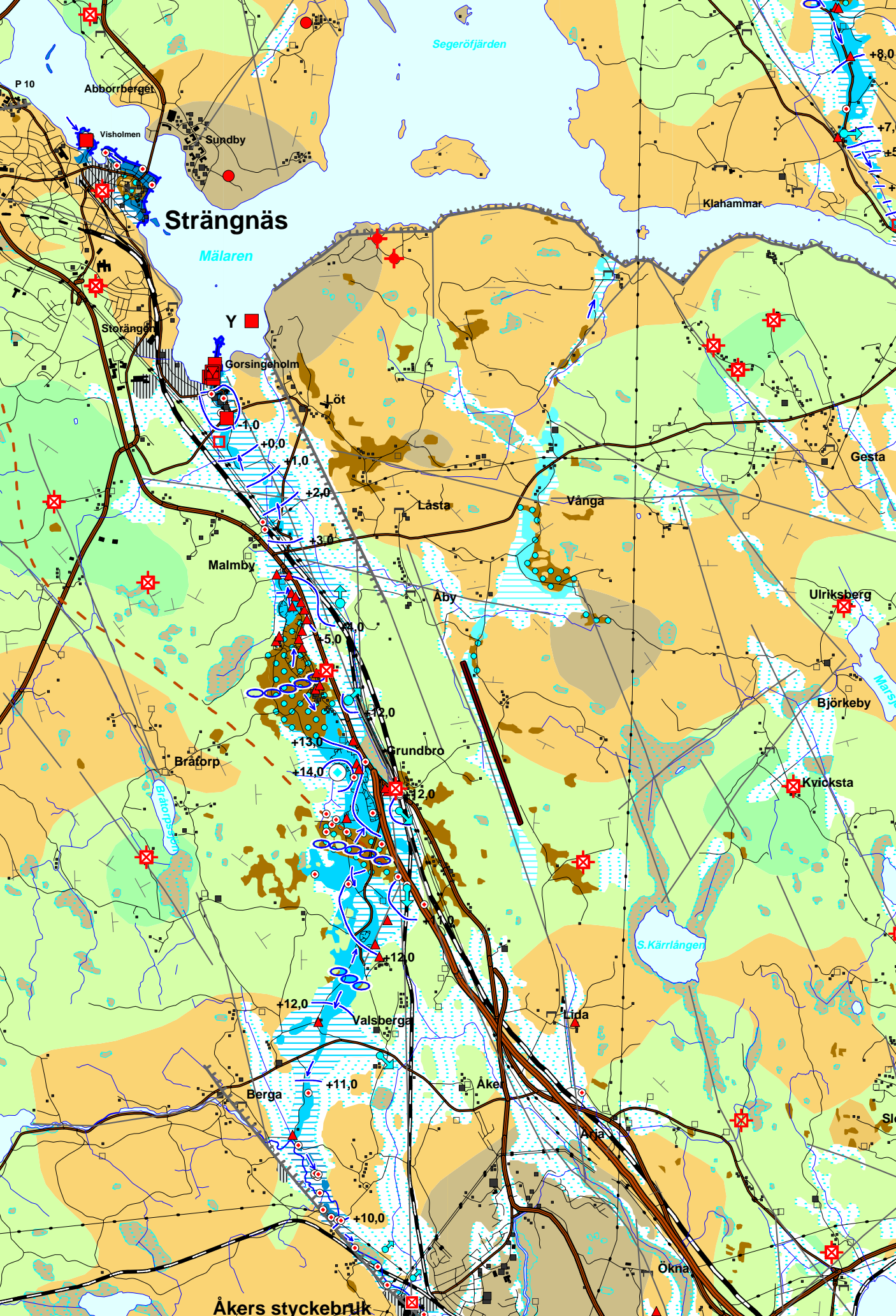
G serie An nr 3



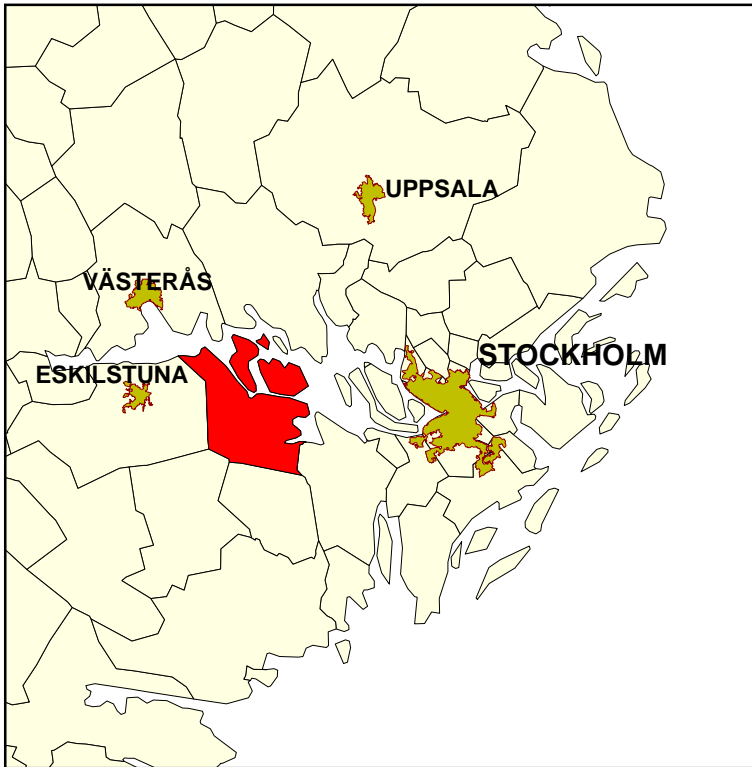








KARTERINGSOMRÅDE



Karteringen utförd åren 1994-1995 av Carl-Fredrik Müllern



Huvudkontor:

Box 670
751 28 UPPSALA
018-17 90 00

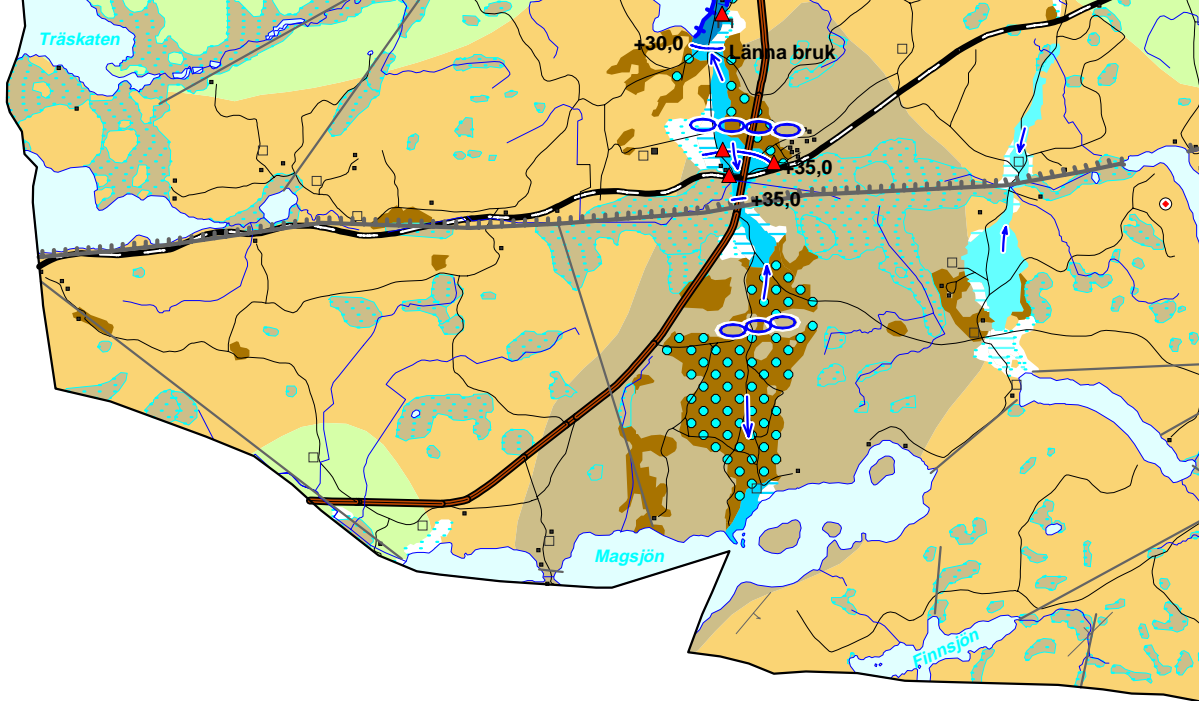
Filialkontor:

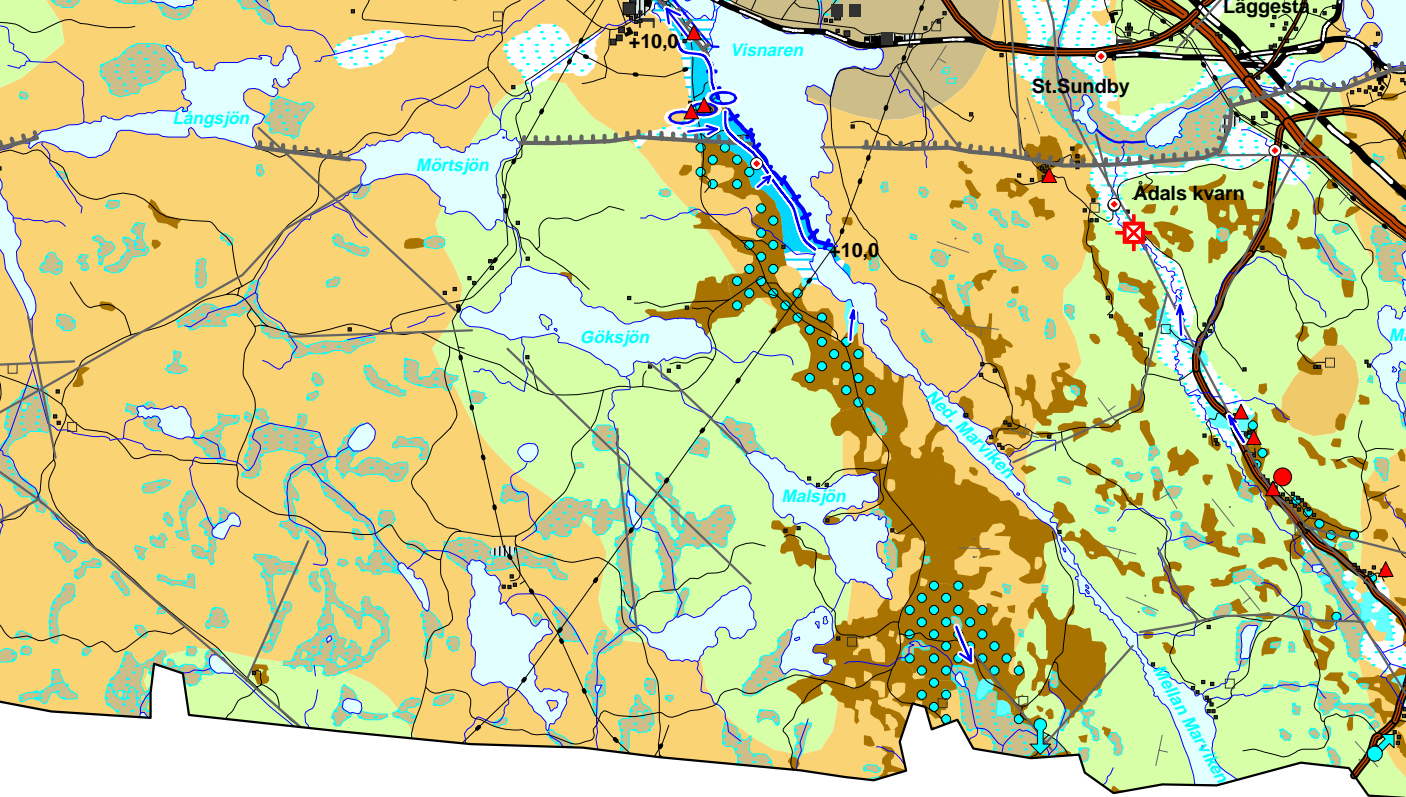
Geovetarcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 81 GÖTEBORG
031-20 00 75

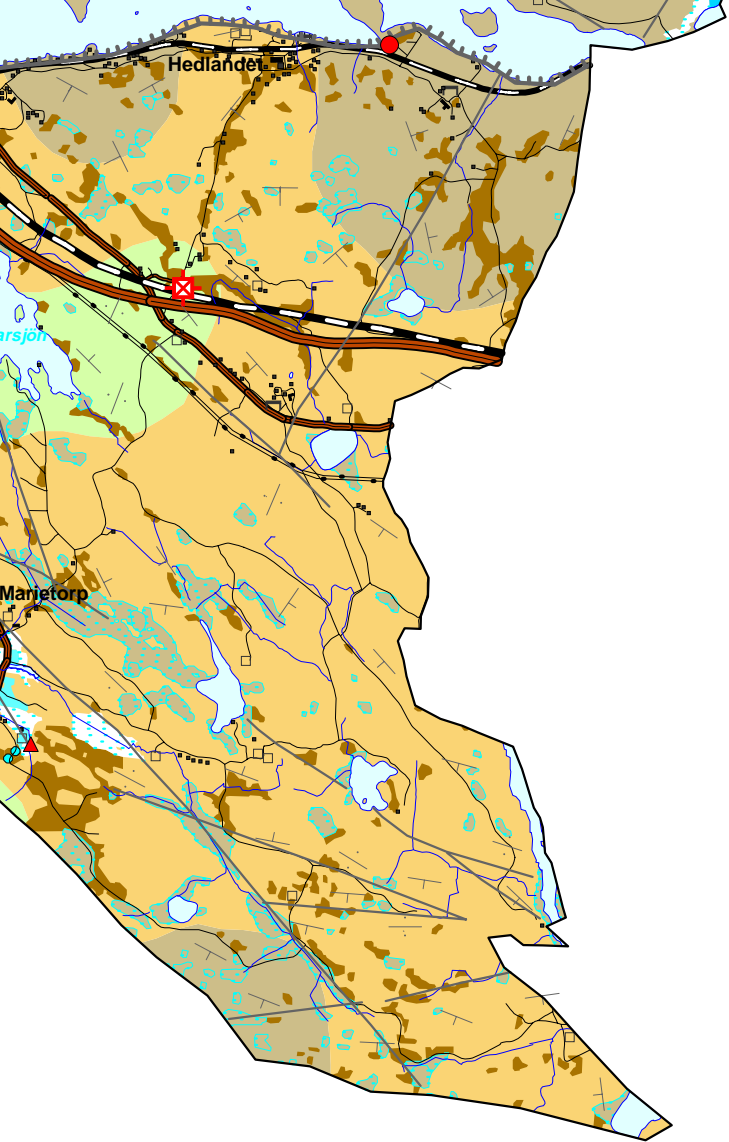
Kiliansg 10
223 50 LUND
046-14 01 05

©Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 1996

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.













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) Viktigt infiltrationsområde (th)

Sand- och gruslager under lera





	Grundvattentillgång i sand- och gruslager eller i lucker morän under jordlager som är täta eller har dålig genomsläpplighet, främst lera. Grundvattentillgång och uttagsmöjligheter enligt färgskalan ovan. Sättningar kan uppstå i leran vid avsänkning av grundvattennivån
	Sammanhängande område med mäktig lera. Vattenförande 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, gytja. Utgör oftast utströmningsområden
	Fyllning

BEDÖMDA MÖJLIGHETER TILL UTTAG AV GRUNDVATTEN I BERGGRUNDEN

Områdena är framtagna genom interpolering av brunnskapacitetsdata ur SGU:s 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)

ÖVRIGA BETECKNINGAR

	Fast grundvattendelare
	Rörlig grundvattendelare
	Grundvattnets huvudrörelseriktning där säker uppgift finns
	Grundvattnets trycknivå i m ö h (Under november månad 1995)
	Strandlinje där uttagsmöjligheterna i angränsande isälvsavlagring är större p g a inducering
	Källa med flödesriktning, vanligen med ett flöde av > 1 l/s
	Större sprickzon, indikation, troligen med bättre möjlighet till grundvattenuttag än omgivande berggrund
	Förkastning, nedsänkning på den taggade sidan
	Skiffriighet med stupning 0–10 grader (vänster) respektive 11–50 grader (höger)
	Skiffriighet med stupning 51–80 grader (vänster) respektive 81–90 grader (höger)
	Område för grustäkt
	Observationsrör för mätning av grundvattennivå
	Enskild brunn för mätning av grundvattennivå
	Slukhål
	Kommunal grundvattentäkt i jord med en eller flera produktionsbrunnar
	Kommunal grundvattentäkt, i reserv
	Kommunal ytvattentäkt
	Enskild grundvattentäkt i jord (vänster) eller berg (höger), förordnad
	Enskild ytvattentäkt, förordnad
	Anläggning för konstjord grundvattenbildning
	Enskild brunn i jord (vänster) eller berg (höger) med kapacitet > 6000 l/h (> ca 150 m³/d)