

K 92

Beskrivning till kartan

Grundvattenförekomster i Botkyrka kommun

Torbjörn Persson



SGU

Sveriges geologiska undersökning

2008

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

Torbjörn Persson

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-809-8

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

Närmare upplysningar erhålls genom

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

Omslagsbild: Borrning vid Vårsta 2004. Foto: Torbjörn Persson.

FÖRORD

Kartan över grundvattenförkomsterna i Botkyrka kommun ingår i en serie kommuninriktade grundvattenkartor, i serierna An och K, som framställs av Sveriges geologiska undersökning, SGU. Kartan är framtagen med hjälp av befintlig hydrogeologisk information från kommunen, länsstyrelsen i Stockholms län och privat näringsliv som ställts till SGUs förfogande. Utöver detta material har SGU kompletterat med egna fältinsatser. Kartan är avsedd att i första hand komma till användning i den kommunala verksamheten men kan givetvis även användas i andra, grundvattenrelaterade sammanhang.

Kartan är speciellt anpassad för att utgöra ett av de nödvändiga beslutsunderlag som krävs i samband med kommunal planering för t.ex. markanvändning, vattenförsörjning, grundvattenskydd samt grundvattenrelaterade tillstånds- och tillsynsfrågor. Kartunderlaget utgör även en kunskapsbas vid arbete med miljömålsverksamhet och vattendirektiv.

Den föreliggande kartan är digitalt framställd. Informationen är inlagrad i databasen med en noggrannhet som huvudsakligen är avsedd att passa en återgivning 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.

Då Pålmalmsområdets grundvattenmagasin till en mindre del sträcker sig in i Haninge kommun har, för åskådlighetens skull, även magasinet utanför kommunen redovisats på kartan, dock enbart vad det gäller utsträckning och klassning.

Bedömningarna av grundvattentillgångarna i de kvartära avlagringarna, i första hand sand- och grusavlagringarna, har grundats på den nyss nämnda informationen samt på de hydrogeologiska fältarbeten som utförts inom ramen för SGUs grundvattenundersökningar i Botkyrka kommun. Dessa har innefattat geofysiska mätningar med georadar och seismik samt sonderingsborrningar med drivning av observationsrör. Utgångspunkt för arbetena har varit den hydrogeologiska översiktskartan över Stockholms län i skala 1:250 000 (Engqvist & Fogdestam 1984), vilken är en syntes av äldre grundvattenundersökningar och utredningar.

De undersökningar som utförts för kartläggningen av grundvattentillgångarna i Botkyrka kommun har delvis lett till nya insikter om grundvattenförhållandena, varför kommunkartan i flera avseenden skiljer sig från länskartan. Det kan t.ex. gälla grundvattnets strömningsriktningar, torra åsavsnitt, källor m.m. Arbetena med den nya kartan har även inneburit en säkrare kvantifiering av grundvattentillgångarna bl.a. genom de geofysiska mätningarna och borrningarna, varvid grundvattenmagasinens storlek kunnat uppmätas med tämligen god noggrannhet.

Digital bearbetning av grundvattenkartan, som ligger till grund för denna beskrivning, har utförts av Magnus Åsman, Jonas Gierup och Per Larsson.

Textbidrag har lämnats av Bo Thunholm beträffande grundvattennivåer och grundvattnets kemi i allmänhet. Allmänna beskrivningar gällande grundvattnet och salt grundvatten är hämtade ur beskrivningen till kartan över grundvattentillgångar i Norrköpings kommun (Müllern 2005). Dessa textdelar har bearbetats och anpassats till aktuellt område.

Kvalitetsgranskning och bearbetning av den digitala beskrivningen har utförts av Linda Ahlström och Jan Pousette. Bild- och layoutbearbetning har gjorts av Kerstin Carlstedt och Kerstin Finn.

Kartläggningen genomfördes 2002–2005. De geofysiska arbetena har letts av Bo Wällberg och borrningarna av Roger Smedberg. I fältarbetena medverkade Barbro Aastrup, Eva Elsmark, Sven-Eric Gradstock, Emil Gunnarsson, Lena Maxe, Elin Mellqvist, Sune Rurling, Leif Särnblad, Lars Stenberg och Magdalena Thorsbrink.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	8
Utförda arbeten	8
Resultat och slutsatser	9
FOTOGRAFIER FRÅN UNDERSÖKNINGARNA	12
GRUNDVATTENTILLGÅNGAR	19
Allmänna förutsättningar	19
Naturresursen grundvatten	19
Vattnets kretslopp	20
Grundvattenbildning	21
Tidsmässiga variationer i grundvattennivå	22
Årstidsvariationer	23
Dricksvatten	23
Inducerad infiltration	25
Konstgjort grundvatten	26
Översiktlig beskrivning av grundvattentillgångarna i Botkyrka kommun	28
Grundvatten i jordlagren	28
Grundvatten i berggrunden	29
Förkastningar och sprickzoner	30
Teckenförklaring till kartutsnitt och seismiska profiler	32
Grundvattentillgångar i Uppsalaåsen, Botkyrka kommun	33
Norsborg	33
Bornsjöns norra grundvattenmagasin	35
Bornsjöns södra grundvattenmagasin	36
Segersjö	37
Vårsta	39
Rosenhill–Kärrhagen–Lilla Ström	40
Näslandet	41
Grundvattentillgångar i Tullingestråkets isälvsediment	41
Fittja–Flottsbro	41
Pålamalms södra grundvattenmagasin	42
Pålamalms mellersta grundvattenmagasin	43
Tullinge–Pålamalms norra grundvattenmagasin	44
Hanvedsmossen	46
Lilla Skogssjön	47

GRUNDVATTNETS KEMI	48
Grundvattnets kemi i allmänhet	48
Kemiska analyser av grundvattnet	49
SALT GRUNDVATTEN	51
Förekomsten av salt grundvatten	51
Åtgärder mot salt grundvatten	52
DOKUMENTATION AV BORRNINGAR OCH KEMISKA ANALYSER	55
BASDATA	60
REFERENSER, LITTERATUR OCH GRUNDVATTENKARTOR	60
Referenser	60
Konsultutredningar	61
Övriga sammanställningar av hydrogeologiska data insamlade i samband med karteringen och till vilka refereras i texten	61
Allmän litteratur	61
SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel	63
Grundvattenkartor	64
SGU serie Ag, grundvattenkartor i skala 1:50 000	64
SGU serie Ah, grundvattenkartor, län, i skala 1:250 000	64
SGU serie An	65
SGU serie K	65

SAMMANFATTNING

Utförda arbeten

Uttagsmöjligheterna av grundvatten i berg har kunnat beskrivas genom statistisk bearbetning av data från SGUs brunnarsarkiv. Tillgångarna i jord har i ett inledningsskede bedömts utifrån tidigare hydrogeologiska undersökningar i kommunen. Dessa data har därefter kompletterats med SGUs hydrogeologiska fältarbeten under åren 2003–2005. Arbetet har haft sin utgångspunkt i SGUs jordarts- och berggrundskartor samt grundvattenkartan över Stockholms län (Engqvist & Fogdestam 1984).

De arbeten SGU har genomfört har huvudsakligen syftat till att klarlägga storleken av grundvattenmagasinen i jordlagren och grundvattnets strömningsriktningar.

För att utreda sådana frågor är det av största vikt att ta reda på jordlagrens beskaffenhet vad gäller genomsläpplighet för vatten och hur berggrundsytan ser ut. Sand och grus är i hög grad genomsläppliga. Med en stor grundvattenbildning kan man ur dessa jordarter utvinna stora mängder grundvatten. Höga berglägen medför små eller inga grundvattenmagasin och kan också innebära förekomst av grundvattendelare. Låga berglägen kan medge stora grundvattenmagasin. Figur 1 är en principbild av hur det kan se ut på djupet i en sand- och grusavlagring.

Arbetet har sammanfattningsvis bestått av följande moment:

- Genomgång av äldre utredningar och arkivmaterial.
- Inventering av brunnar och äldre observationsrör.
- Inventering av ett urval kända källor samt identifiering av ytterligare källor.
- Georadarmätningar i åsområden.
- Seismiska mätningar.
- Sonderingsborrningar och drivning av observationsrör.
- Provtagning och kemisk analys av grundvattnet i ett urval av etablerade observationsrör.
- Provtagning av jord för kornstorleksanalys och permeabilitetsbestämning.
- Inlagring i databaser av:
 - brunnarsdata
 - georadar- och seismiska data
 - borrhingsdata, även vissa äldre
 - grundvattennivådata
- Upprättande av eller uppdatering av kartdatabaser över:
 - uttagsmöjligheter för grundvatten i berggrunden
 - grundvattentillgångar i jordlagren
 - större sprickzoner i berggrunden
 - strykning- och stupningsvärden på berggrundsstrukturer
 - grundvattnets strömningsriktningar
 - källor
- Sammanställning av dessa databaser med Lantmäteriverkets digitala topografiska karta (T5) till en karta över grundvattenförekomsterna i Botkyrka kommun.
- Sammanställning av föreliggande beskrivning.

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

Grundvattenprover för kemisk analys har tagits i sådana delar av sand- och grusavlagringarna som idag inte utnyttjas för grundvattenutvinning, men som med avseende på deras potential skulle kunna vara intressanta i framtiden.

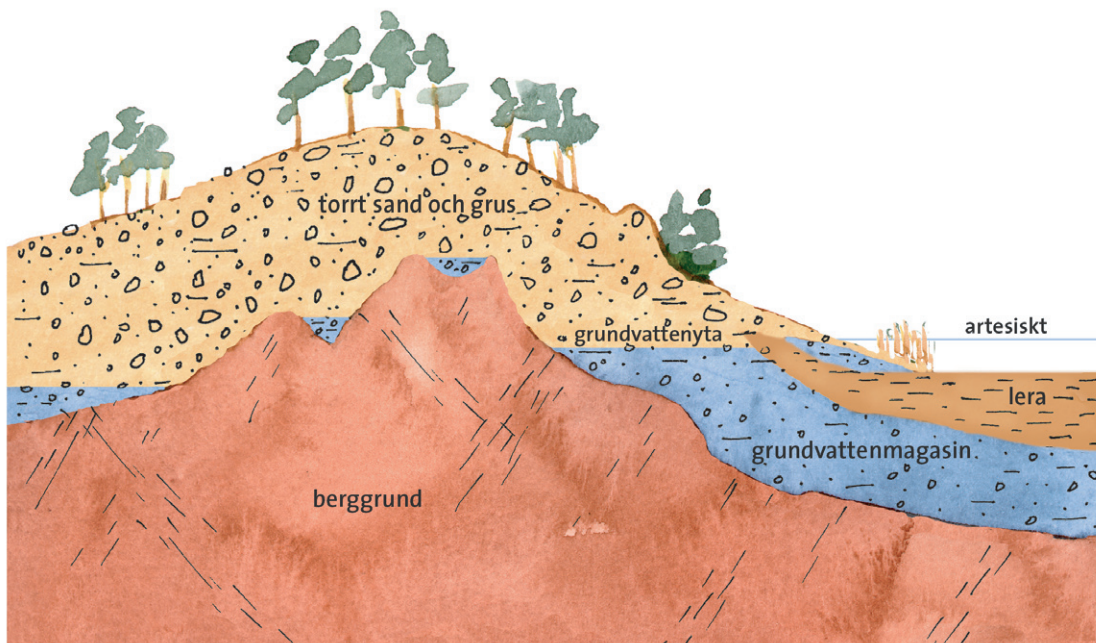


Fig. 1. Principbild av höga och låga berglägen – stora och små grundvattenmagasin i en grusavlagring. Lägg märke till hållkaren, de små grundvattensamlingarna, där bergläget är som högst. Jämför med figur 14. Illustration: Anna Jonson, ArtAnna.

Nivåmätningar har skett i höjdsystemet RH 70. Nivåangivelser för seismiska profiler är, där inget annat angetts, tagna ur Lantmäteriverkets höjddatabas. Höjdangivelserna bedöms ha en noggrannhet av ± 3 m. Vanligen är noggrannheten bättre då linjerna kan relateras till kända nivåer som till exempel nivåbestämda sjöytor. Noggrannare nivåangivelser av seismiska profiler har i förekommande fall kunnat göras genom avvägning.

Resultat och slutsatser

Figur 2 utgör en översiktskarta i vilken platser som omnämns i detta arbete kan identifieras. Kartan visar även lägen för kommunens större grundvattenmagasin och benämningarna av dessa.

Berggrunden, som visserligen kan anses ge mer vatten än brunnar i morän, ger oftast en mindre mängd vatten än vad som är vanligt i det svenska urberget. Med undantag för lokala variationer ger en bergbördad brunn i Botkyrka kommun vanligtvis i storleksordningen 200–600 l/h. I sprickzoner kan dock väsentligt större kapaciteter påräknas.

De stora grundvattenförekomsterna i Botkyrka kommun finns i sand och grusavlagringar. Dessa förekommer huvudsakligen i Uppsalaåsens förlängning, med en sträckning från norr till söder genom kommunen, samt i Tullingestråkets isälvssediment i kommunens östra delar.

Grundvattenmagasinet Norsborg är mäktigt och till stor del beläget under lera. Det är skilt från Bornsjöns ytvatten genom en fast grundvattendelare söder om Golväng. Vattenanalyser visar inga tecken på förhöjda kloridhalter. Ett stort grundvattenuttag (>125 l/s) utesluter dock inte risken för att man med tiden kan dra på sig ett relik saltvatten som troligen existerar på större djup i en förmodad akviferdel under Mälaren.

Vid Bornsjöns nordöstra del återfinns ett grundvattenmagasin benämnt Bornsjöns norra magasin. Här bedöms möjligheterna för inducerad infiltration vara goda. Stora uttag ur detta magasin är därför begränsade av Bornsjöns tillrinning. Tidigare undersökningar visar att Bornsjöns ytvatten har kontakt med åsakviferen men att denna är skild från sjön Aspens ytvattensystem.



Fig. 2. Översiktskarta över Botkyrka kommun. För lokalisering av ortsnamn och platser nämnda i denna beskrivning hänvisas till denna karta. De större grundvattenmagasinen i jord, här inringade i orange, återfinns i anslutning till ett västligt åsstråk, Uppsalaåsens förlängning från Norsborg i norr till Lilla ström i söder, samt ett östligt stråk, Tullingestråket i anslutning till Albysjön, Tullingesjön och vidare söderut mot Pålalm.

Bornsjöns sydöstra del gränsar mot Bornsjöns södra grundvattenmagasin. Detta magasin ligger till stora delar i Salems kommun. Borrningar har visat att magasinet i sin norra del är mycket mäktigt. Uttagskapaciteten begränsas av den naturliga grundvattenbildningen. Kapaciteten skulle kunna ökas väsentligt med hjälp av konstgjord grundvattenbildning i magasinets södra del. Relikt saltvatten har inte påträffats. En eventuell förorening som når grundvattenmagasinet kommer förr eller senare att nå Bornsjön, företrädesvis via Botvids källa. Det är därför av största vikt att upprätthålla ett gott grundvattenskydd i området.

Segersjö grundvattenmagasin är också mäktigt och har tidigare utnyttjats för kommunal vattenförsörjning. Segersjö grundvattentäkt fungerar idag som reservvattentäkt. Grundvattentillgången baseras på naturlig grundvattenbildning. Inget relict saltvatten har identifierats. Förhöjda kloridhalter i grundvattnet bedöms ha sin orsak i mänsklig påverkan i området.

Vårsta grundvattenmagasin, som i norr gränsar till Segersjömagasinet, sträcker sig ner till och sannolikt in under Malmsjön. Höga berglägen omger magasinets norra partier och en förmodad bergtröskel delar upp magasinet i en högre och en lägre del. Den lägre har en trycknivå som överens-

stämmer med Malmsjöns nivå. Magasinsdelen i anslutning till Malmsjön är mycket mäktig och här finns goda förutsättningar för inducerad infiltration.

Grundvattenmagasinet längs Kagghamraåns dalgång varierar stort i mäktighet och därmed uttagskapacitet. De bättre delarna ligger i anslutning till sjön Axaren och Rosenhill. Här har stora mäktigheter av grovt isälvssediment identifierats. Grundvattenuttaget i området begränsas av i vilken utsträckning naturskyddet i området (havsöringsbeståndet) tillåter en dränering av ytvattensystemet. Nedströms magasinet återfinns vattenmättade isälvssediment endast i begränsad omfattning. Till delar kan magasinet betraktas som slutet.

Grundvattenuttag större än den naturliga grundvattenbildningen i anslutning till salt eller bräckt vatten kan på sikt medföra förhöjda kloridhalter.

Pålmalmsområdet i sydöst indelas i tre stora grundvattenmagasin där det södra ligger högst. Det ligger till övervägande del i Haninge kommun där också kommunen utnyttjar grundvattnet för sin vattenförsörjning. Grundvattennivån i det södra magasinet ligger ca 10 m över det mellersta magasinets, då undantaget lokalt ännu högre nivåer i anslutning till en infiltrationsbassäng där råvatten från det mellersta magasinet infiltreras. Ett mindre grundvattenfall via en bergtröskel i riktning mot norr och mot det mellersta magasinet kan inte uteslutas. Mot söder bildar en rörlig grundvattendelare hydraulisk gräns mot grundvattnet i anslutning till Hanvedsmossen. Utagskapaciteten i det södra magasinet begränsas sammantaget av den konstgjorda och den naturliga grundvattenbildningen.

Det mellersta magasinet ansluter till Skogssjöarna, där förutsättningarna för inducerad infiltration med vatten från Stora Skogssjön bedöms vara god. I Pålmalmsformationen förekommer stora partier med berglägen över grundvattennivån. En avsänkningstratt märks kring Haninge kommuns brunnsområde i magasinets sydöstra del. Utanför dess influensområde strömmar grundvattnet i nordlig riktning för att med en svag gradient länkas mot Stora Skogssjön. Ett grundvattenfall mot norr och det norra magasinet via en bergtröskel är sannolikt, i synnerhet eftersom återinfiltration av grundvatten vid tiden för grundvattenkarteringen förekom i nära anslutning till bergtröskeln i norr. I området där det mellersta magasinet är beläget förekommer bl.a. storskalig berg- och grustäktverksamhet ovan grundvattennivån. Även annan näringsverksamhet förekommer i närområdet.

Det norra magasinet ligger i anslutning till Bysjön och har en tryckyta som är ca 13 m lägre än det mellersta magasinets tryckyta. Utagsmöjligheterna är goda men begränsade till den naturliga grundvattenbildningen i området. Bysjöns nivå ligger ca 2 m över grundvattnets tryckyta. Norr om sjön faller grundvattenytan i magasinet i riktning norrut. Magasinet ligger under finmaterial under den f.d. flygplatsen F18 och är vidare norrut koncentrerat till en smal sprickzon i berget. Vid Hamra grustäkt och Tullinge kommunala grundvattentäkt ansluter ett mycket genomsläppligt isälvssediment till det grundvattenmagasin som sannolikt återfinns under Tullinge- och Albysjöarna. Lokalt återfinns delar av detta åsmaterial ovan ytvattennivån vid bland annat Flottsbro och Fittja. Vid Fittja har förekomsten av relik saltvatten konstaterats.

FOTOGRAFIER FRÅN UNDERSÖKNINGARNA

Figurerna 3–15 visar fotografier från fältarbetet.



Fig. 3. Undersökning med georadar är en del av de geofysiska undersökningar som utförs. Georadarapparaturen sitter monterad på en sulky. Georadarmätningar ger information om lagerstruktur och grundvattennivå. Foto: Sune Rurling.



Fig. 4. Efter utvärdering av de geofysiska undersökningarna utförs borrhning i på ett urval platser. I samband med sättning av grundvattenrör kan jord- och vattenprover tas för analys från intressanta delar av lagerföljden. På bilden etableras ett grundvattenrör strax väster om sjön Axaren. Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 5. För att kunna jämföra grundvattennivåer i olika grundvattenrör avvägs ett urval brunnar och grundvattenrör med hjälp av GPS. Bilden är tagen i Hamra grustäkt, Botkyrka kommun. Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 6. Undersökningar av grundvattenförekomster vid Norsborg. Under ett täckande lager lera återfinns stora mäktigheter vattenmättade isälvssediment. Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 7. Borrning och sättning av grundvattenrör i Uttrans grustag. Ingen förhöjd kloridhalt kunde noteras.
Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 8. Uttrans grustag. Lägg märke till en mycket mäktig omättad zon. Över grushögen till höger kan en mindre del av blottad berggrund iakttas. Detta berg tillhör det höga bergsläget som finns norr om Uttrans grustag. Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 9. Mätning av grundvattennivån strax söder om Rosenhill. Foto Torbjörn Persson.



Fig. 10. I Pålamalms grustäktsbotten förekommer blottat berg ovan grundvattennivån.
Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 11. Grustäktsverksamhet i Riksten i anslutning till Pålamalms mellersta och norra grundvattenmagasin.
Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 12. Grova isälvssediment nordväst om Bysjön. Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 13. Berg- och grustäktsverksamhet vid Hamra, Tullinge. Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 14. Hällkar på höga berglägen blottade i grustäktsbotten, Pålamalm. Foto: Torbjörn Persson.



Fig. 15. Ett stort antal befintliga grundvattenrör har utnyttjats för grundvattennivåmätningar i området kring Pålamalm. Foto: Torbjörn Persson.

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR

Allmänna förutsättningar

Naturresursen grundvatten

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Grundvatten har många användningsområden. Några sådana är:

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

Vattnets kretslopp

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

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

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

Från vattenytorna i sjöar och hav avdunstar vatten som tillsammans med vattenångan från markavdunstning och växternas transpiration bildar moln. Ur molnen faller nederbörd, och på så sätt fullbordas vattnets kretslopp, se figur 16.

Figur 17 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.

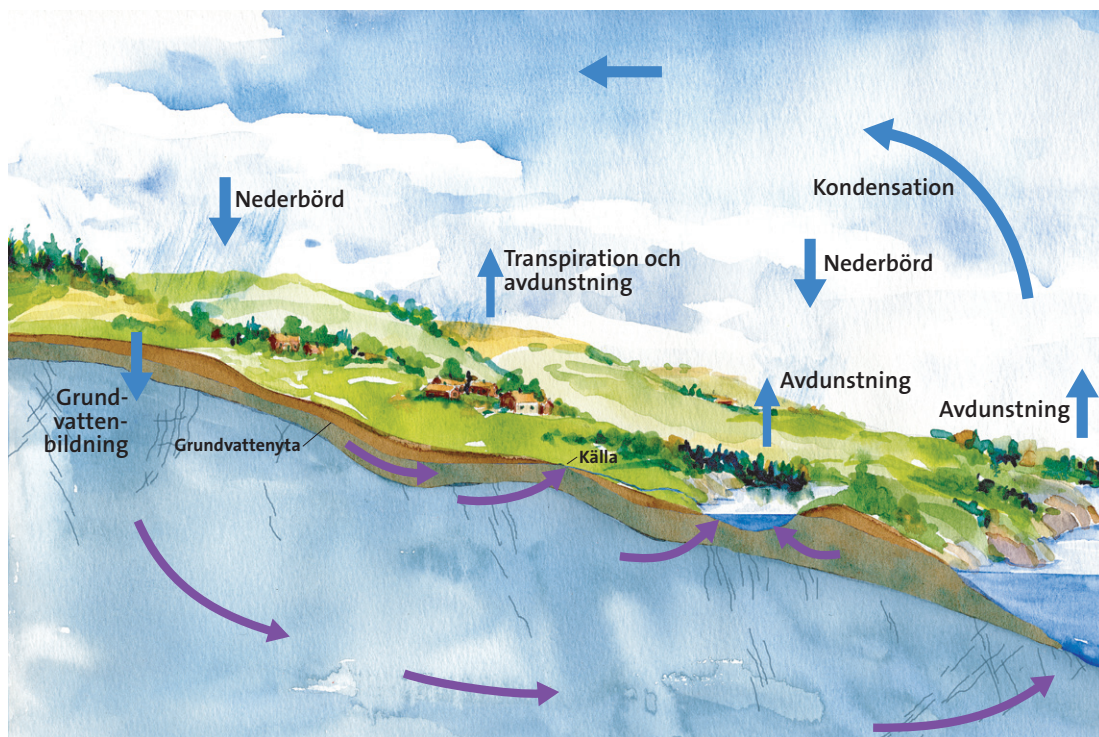


Fig. 16. Vattnets kretslopp. Grundvattnet rinner ut huvudsakligen i botten av bäckar, åar och sjöar samt i källor. Illustration: Anna Jonson, ArtAnna.

Terrängen i bilden ligger under högsta kustlinjen, dvs. landet har någon gång efter den senaste nedisningen varit täckt av hav, så som fallet är för större delen av kommunen. Den landskapstypen är ganska vanlig i Sverige. På bilden ligger grundvattnets tryckyta i åsen högre än i dalgången. Det gör att vatten kan läcka ut vid åsfoten och att brunnar i 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.

Grundvattenbildning

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

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

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

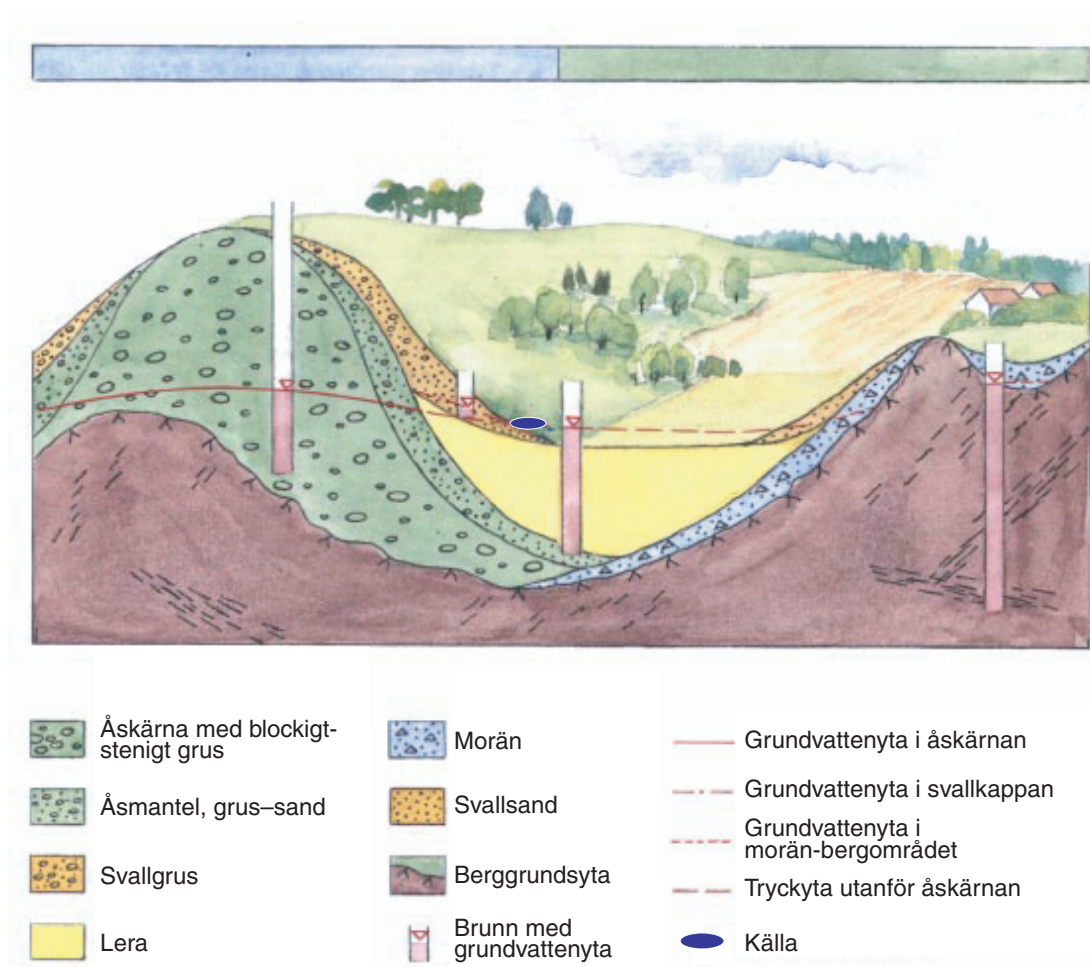


Fig. 17. Principbild av hur grundvattnet uppträder i och intill en grusås. Illustration: Elisabet Carlson.

Tidsmässiga variationer i grundvattennivå

I figurerna nedan redovisas information från en av stationerna i SGUs grundvattennät (Södertälje, station 57:1) samt beräknad effektiv nederbörd (nederbörd minus avdunstning) enligt SMHI för området som motsvarar kartbladet 10I SV. Stationen är belägen vid Högantorp i Salems kommun och visar grundvattnets nivåvariationer i morän under lera.

Figurerna 18 och 19 visar månadsmedelvärden för effektiv nederbörd samt grundvattennivåns månadsvisa minimi-, medel- och maximivärden för perioden 1961–1990. Grundvattennivån är normalt lägst under september–november som ett resultat av den relativt låga grundvattenbildningen under sommaren. Stor effektiv nederbörd under mars–april återspeglas i årets högsta medelnivå under april–maj.

I figurerna 20 och 21 redovisas uppmätt grundvattennivå respektive grundvattennivåns avvikelse från månadsmedelvärdet under perioden 1970–2006.

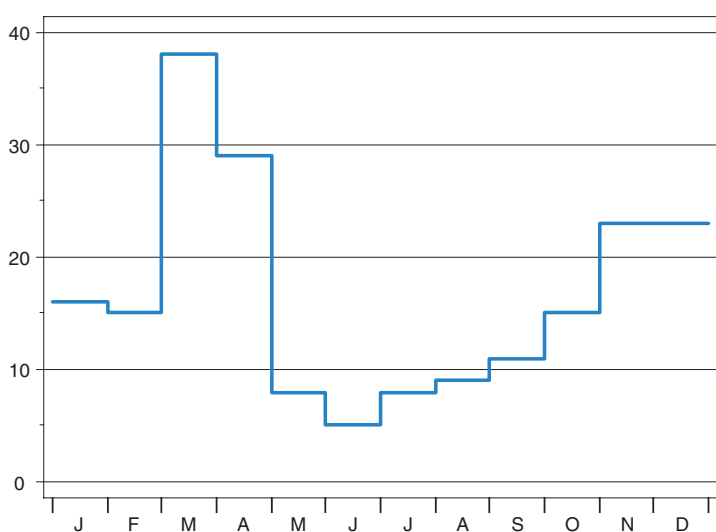


Fig. 18. Effektiv nederbörd (mm/månad). 30-års medelvärden för området som motsvaras av topografiska kartbladet 10I NV, enligt SMHI.

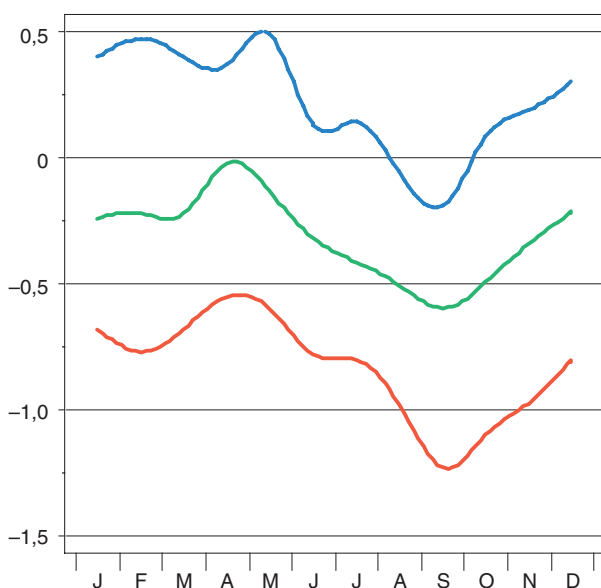


Fig. 19. Grundvattennivåns månadsvärden, meter i förhållande till markytan för station 57:1, Södertälje, i SGUs Grundvattennät. Blå kurva visar maximumvärden, grön medelvärden och röd minimumvärden.

Hur stora skillnaderna är mellan högsta och lägsta grundvattennivå under ett år beror, förutom på tillförda vattenmängder, på jordlagrens och berggrundens porositet och sprickvolym. I ett litet grundvattenmagasin i morän eller urberg kan variationerna vara stora och snabba, eftersom por- eller sprickvolymen är liten, 0,01–5 %. De flesta av de privata brunnarna i Sverige är nedförda i sådana magasin. Ett stort magasin, t.ex. i en isälvsavlagring med sand och grus och därmed med stor porvolym, 5–25 %, reagerar långsamt och med små nivåförändringar, även om förhållandevis stora vattenvolymer tillförs eller avlägsnas.

Årstidsvariationer

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

Regimerna kan utläsas i kurvor över grundvattennivån i olika landsändar. I figur 22 har fyra av SGUs mätstationer valts ut som exempel på de fyra huvudmönster som finns i Sverige. Höjdskalorna är ungefärliga och visar endast storleksordningen på variationerna.

Dricksvatten

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

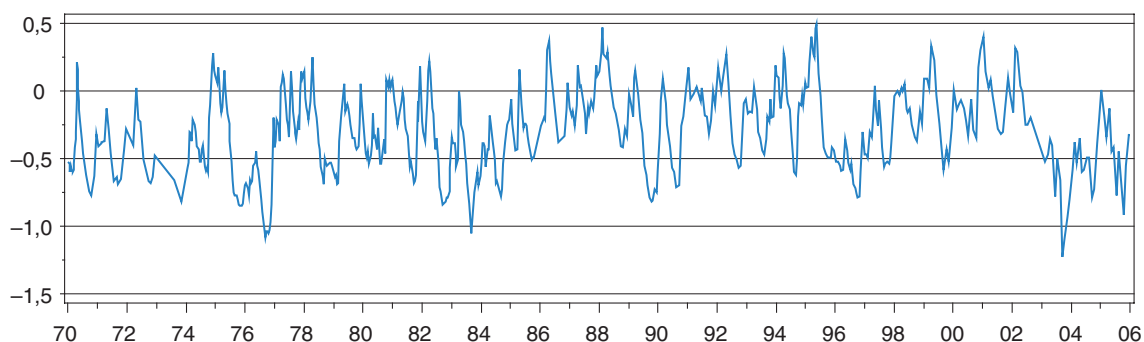


Fig. 20. Grundvattennivåer, meter i förhållande till markytan för station 57:1, Södertälje, i SGUs Grundvattennät.

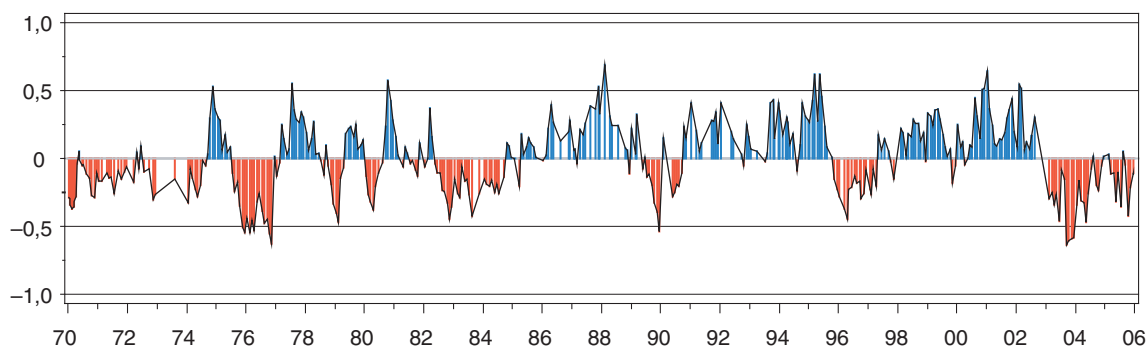
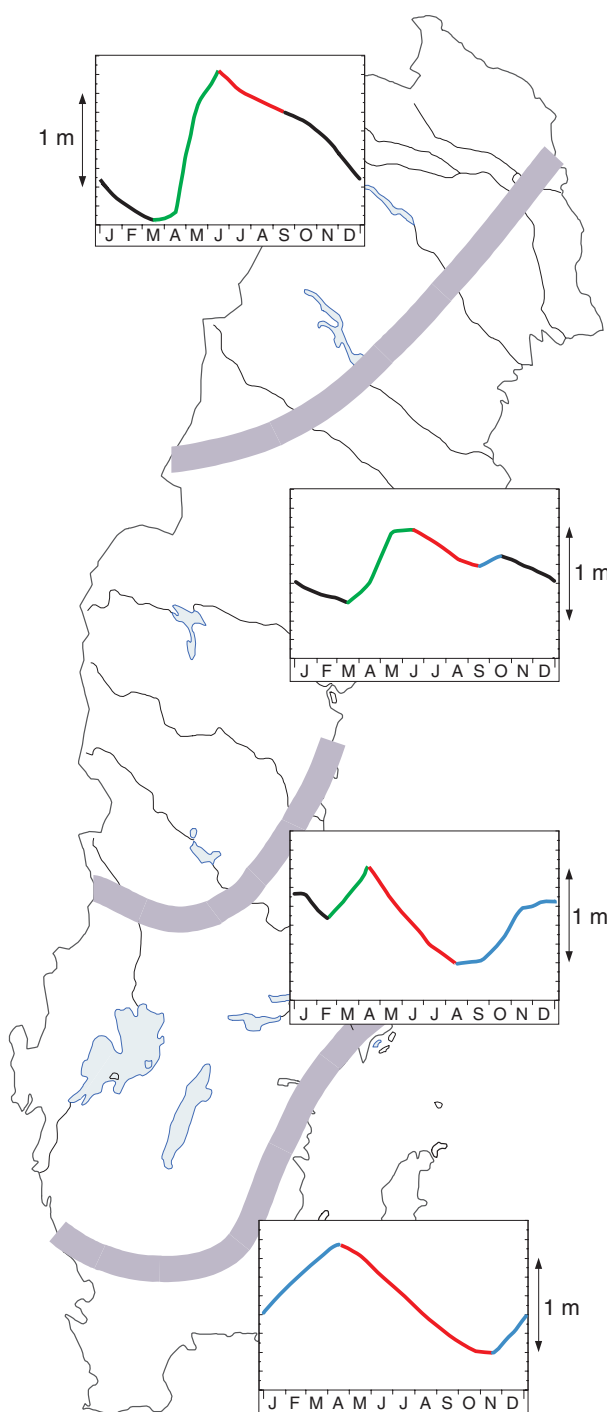


Fig. 21. Grundvattennivåer, avvikelse från månadsmedelvärde, meter för station 57:1, Södertälje, i SGUs Grundvattennät.



- Vinter, normalt ingen grundvattenbildning
- Snösmältning, grundvattenbildning
- All nederbörd avdunstar normalt
- Nederbörden överstiger avdunstningen

Arjeplog

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

Sveg

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

Sigtuna

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

Vellinge

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

Fig. 22. Grundvattennivåer i Sverige.

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

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

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

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

Inducerad infiltration

En brunn som anläggs i en sand- och grusavlagring, t.ex. en grusås intill en sjö eller annat ytvatten, kan tillgodogöra sig ett ofta mycket betydande vattentillskott från sjön. Inducerad infiltration uppstår genom att pumpningen i brunnen sänker av grundvattenytan intill sjön så att sjövattnet infiltrerar genom sjöbotten och in i åsen (om inte sjöbotten utgörs av tätande lera). Infiltrationen kan ske på större eller mindre avstånd från stranden och på flera olika ställen, se figur 23.

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.

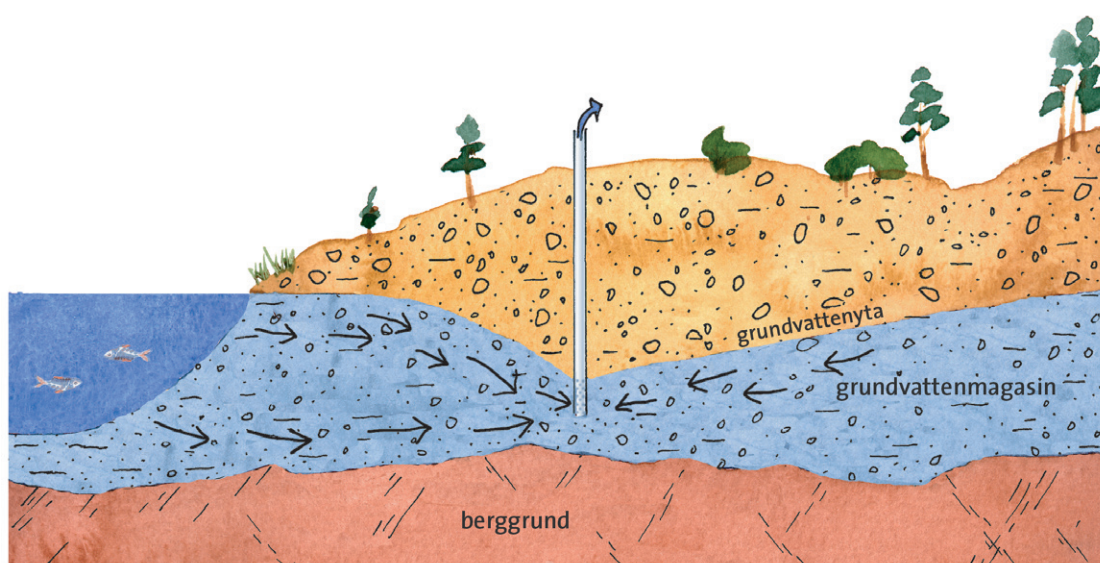


Fig. 23. Principbild på inducerad infiltration. Genom pumpning i brunnen sänks grundvattenytan under sjöns nivå. Därigenom kan sjövattnet infiltrera genom sjöbotten. Illustration: Anna Jonson, ArtAnna.

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

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

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

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

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

Konstgjort grundvatten

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

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

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

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

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

Naturligt grundvatten med ursprungligen höga halter av järn, mangan eller humus kan ofta förbättras genom att det luftas i vattenkaskaden i infiltrationsbassängen. En sådan anläggning kan se ut som figur 24 visar med den skillnaden att råvattnet kommer från en grundvattenbrunn i stället för från en sjö.

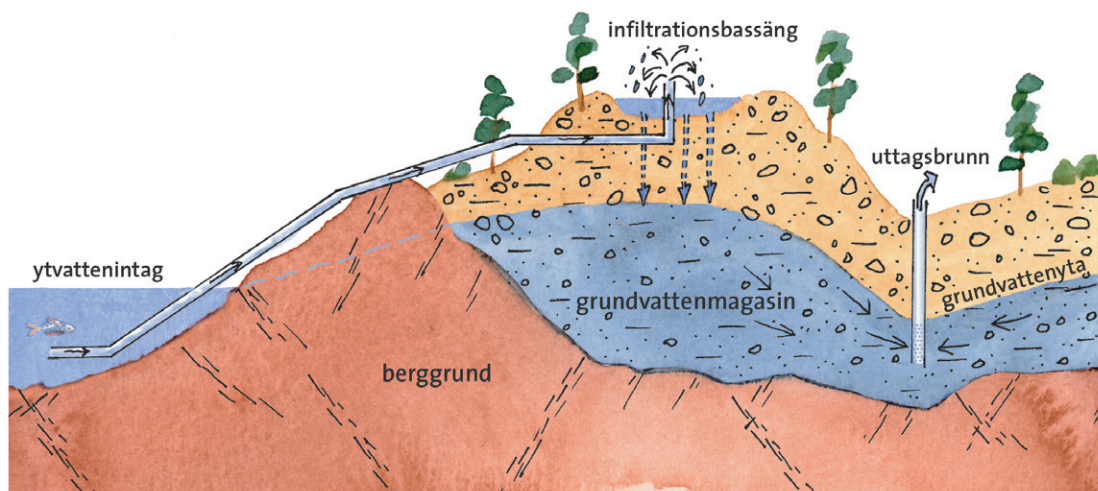


Fig. 24. Principbild på konstgjord grundvattenbildning. Sjövattnet leds till infiltrationsbassänger i en sand- och grusavlagring där den naturliga grundvattenbildningen inte är tillräcklig. Vid passage genom den omättade zonen renas vattnet. Illustration: Anna Jonson, ArtAnna.

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

Översiktlig beskrivning av grundvattentillgångarna i Botkyrka kommun

Grundvatten i jordlagren

I Mellansverige finns de största grundvattentillgångarna i de stora isälvsavlagringarna – rullstensåsarna. Grundvattenförekomster i jord finns i huvudsak i två stråk av isälvsavlagringar. Uppsalastråket och Tullingestråket.

Uppsalastråket sträcker sig i Botkyrka kommun från Norsborg i norr till Kaggfjärden i söder. Isälvsavlagringen uppträder bland annat i form av åsryggar och deltabildningar. I vissa partier är dessa utbrutna. Stora akvifermäktigheter påträffas bl.a. vid Norsborg, Segersjö, Vårsta och Rosenhill. Sand och grus förekommer även centralt i dalgångar, delvis täckt av finsediment såsom fallet är vid Rosenhill. Söder om Rosenhill och vidare söderut in i Nynäshamns kommun återfinns åsmaterialet huvudsakligen lateralt öster om dalgången, mestadels omättat på höga berglägen. Friktionsmaterial under lera kan förekomma, särskilt längs dalens östra sida. På flera ställen bedöms förutsättningar för inducerad infiltration från anslutande ytvatten föreligga. Lokalt kan emellertid hindrande leror förekomma i lagerföljden.

Delar av Uppsalastråket ligger inom Bornsjöns vattenskyddsområde. Tidigare har flera kommunala vattentäkter utnyttjat Uppsalastråkets grundvattenmagasin. Idag är samtliga nedlagda undantaget Segersjö vilken för närvarande fungerar som reservvattentäkt.

I Botkyrka kommun kan Tullingestråket iakttas från Fittja i norr via sand- och grusavlagringar i anslutning till Albysjön och Tullingesjön. Från Hamra grustäkt fortsätter dessa avlagringar mot f.d. F18, Riksten och Pålalm. Söder därom återfinns Tullingestråket vid Grindsjön och vidare in i Nynäshamns kommun. I anslutning till Albysjön och Tullingesjön ligger endast en mindre del av isälvsedimenten ovan ytvattennivån. Stora grundvattenmagasin bedöms ligga i isälvsediment under sjöarna med hydraulisk kontakt mot anslutande grundvattenmagasin vid Fittja, Flottsbro och Hamra grustag. Grundvattentillgångarna vid Pålalm delas in i tre magasin med det högsta beläget i söder. Det södra magasinet har en tryckyta ca 10 m över det mellersta magasinets som i sin tur har en grundvattennivå ca 15 m över nivån i det norra. Det södra magasinet ligger huvudsakligen i Haninge kommun. Här sker möjligen en bräddning via ett område med höga berglägen till det mellersta magasinet. Det mellersta magasinet ligger i de centrala delarna av Pålalmsbildningen. Det norra magasinet sträcker sig från höga berglägen söder om Bysjön till Tullingesjön i norr. Detta magasin torde erhålla ett visst grundvattentillskott via ett stalp i dess södra ände. Grundvattnet flödar därifrån vidare norrut via Riksten, f.d. F18, och smala sprickdalar mot Tullingesjön. I sjöns närhet finns Tullinge kommunala vattentäkt som utnyttjar grundvattnet från söder och inducerat ytvatten från Tullingesjön. Även i andra områden där ytvatten ansluter bedöms förutsättningar för inducerad infiltration finnas. Detta gäller emellertid inte Bysjön, vars nivå skiljer sig från rådande grundvattennivå. I stora områden av Pålalm ligger berggrunden högt över anslutande grundvattenmagasin. Vid f.d. F18 täcks grundvattenmagasinet av lera och silt.

Större områden av genomsläppliga jordar återfinns även på Näslandets östra sida. Inslag av finmaterial och risken för infiltration av salt havsvatten minskar potentialen för större grundvattenuttag i detta område.

Relikt saltvatten kan påträffas i lågt liggande och mäktiga grundvattenmagasin, företrädesvis i anslutning till Mälaren. Ställvis kan kloridhalten nå högt över smakgränsen (300 mg/l). Om grundvatten tas ur grunda brunnar är risken för höga kloridhalter mindre. Ett stort och långvarigt uttag kan emellertid "suga upp" reliktsaltvatten.

Grundvatten i berggrunden

Berggrunden inom Botkyrka kommun utgörs huvudsakligen till ungefär lika delar av olika slags gnejser och graniter samt ett mindre inslag av olika typer av basiska bergarter. De senare kan utgöra skivformade inlagringar i sprickstrukturer. Stora delar av förekommande gnejser är av sedimentärt ursprung och de har genomgått en omkristallisation (Möller & Stålhös 1969). Sedimentgnejsen och gnejsgraniten är i allmänhet mindre vattenförande (<600 l/h). För närmare information om berggrunden hänvisas till SGUs berggrundskartor Ba 24 och Ba 60.

Förskiffringsplanens strykningens riktning varierar stort inom olika kommundelar. Dess stupningsvinkel, dvs. lutning från horisontalplanet, varierar från område till område. Stupningen är på många håll mycket brant, nära 90 grader. I vissa områden är stupningen emellertid flackare, 50 grader eller mindre.

Förskiffringsplanens stupningsvinkel kan ha ganska stor betydelse för grundvattentillgången vid brunnborrning i berg. Detta beror på att det i berggrunden uppstår avlossningar – sprickbildning som ofta är vattenförande – längs många förskiffringsplan därför att bergets hållfasthet är sämre i dessa. Bergarten är lätt klyvbar längs förskiffringsplan, men inte lika lätt i andra riktningar. (Jämför med ådringen i trä!) Då de flesta brunnar borras vertikalt är chanserna små att man ska träffa vattenförande avlossningssprickor i områden med vertikalt eller brant stupande förskiffringsplan. I områden med flackt stupande förskiffring är chanserna naturligtvis betydligt större att få vatten. Möjligheterna är proportionella mot stupningsvinkeln. Störst möjlighet har man om man borrar med så rät vinkel som möjligt mot förskiffringsplanen, dvs. lutar borrhningen åt rätt håll i förhållande till förskiffringsplanen. Sådana borrhningar som avsiktligt avviker från vertikaltplanet brukar kallas gradade borrhningar. Hur möjligheterna att få vatten ökar vid gradade borrhningar åskådliggörs i figur 25.

Det kan vara mycket viktigt att ta hänsyn till hur sprickorna är riktade, särskilt i områden med små grundvattentillgångar, t.ex. där tillgängligt markområde inte inrymmer några egentliga sprickzoner.

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

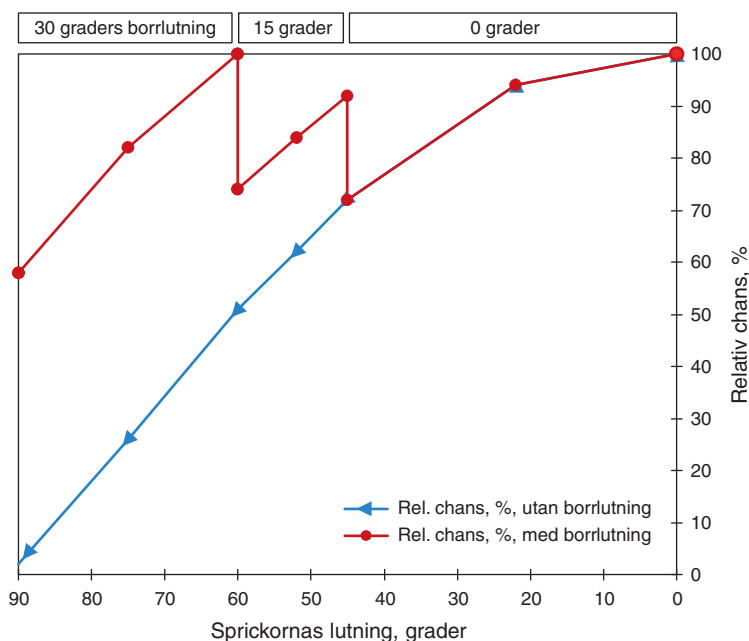


Fig. 25. Bilden visar hur den relativa chansen ökar om man vid brunnborrning tar hänsyn till vilken riktning sprickorna har (strykning och stupning) och därvid riktar borrhningen åt rätt håll. (Diagrammet förutsätter att man alltid borrar till ett visst djup och att sprickavståndet inte överstiger detta.)

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

Vad beträffar möjligheterna att få vatten vid brunnborrning i berg, kan man rent allmänt säga att berggrunden i Botkyrka kommun i genomsnitt ger mindre vattenmängder än vad som är vanligt i svenskt urberg. Den genomsnittliga (median-) kapaciteten i bergborrade brunnar i kommunen är 220 l/tim, och genomsnittsbrunnen är 83 m djup.

Huvudkartans bild över variationerna i möjligheter till uttag av grundvatten i berggrunden är framtagen med hjälp av data ur SGUs brunnarsarkiv som bearbetats med hjälp av statistiska metoder, s.k. variogramanalys och kriging.

Av den sammanställning som visas i beskrivningen till kartan över grundvattnet i Stockholms län (SGU Ah 6), framgår att gnejsgraniter och sedimentgnejser är sämst grundvattenförande och att den yngre graniten är bäst.

Vill man söka mer vatten genom borrning i berg än vad genomsnittsvärdena anger är det i allmänhet nödvändigt att borra på en större, vattenförande sprickzon. De större sprickzonernas och förkastningarnas lägen framgår av grundvattenkartan. Zonernas mer exakta lägen i naturen bör lokaliseras med särskilda geofysiska metoder. Det bör i sammanhanget påpekas att sprickstrukturer på grund av mineraliseringsprocesser ibland kan vara relativt täta och därmed mindre genomsläppliga.

Förkastningar och sprickzoner

Botkyrka kommun berörs av ett antal större förkastningar och sprickzoner. De mest framträdande spricklinjerna uppträder i form av markerade dalstråk eller långsträckta fjärdar och sjöar, t.ex. Rödstensfjärden, Tullingesjön, Albysjön och Bornsjöns större vikar. Inom kommunen finns exempel på ett stort antal sprickriktningar.

Större förkastningslinjer framgår i allmänhet tydligt av landskapets morfologi. Fler sprickzoner avslöjas lätt med hjälp av höjdreliëfkartan (fig. 26), där dessa zoner framträder som mer eller mindre raka fåror i bilden. Jämför med ett urval sprickzoner utmärkta i huvudkartan.

Förutsatt att sprickorna inte fyllts ut av gångbergarter eller annan mineralisering är grundvattentillgången i förkastningarna och sprickzonerna vanligen betydligt större än i omgivande berggrund. Under gynnsamma omständigheter kan vattenmängder kring 20 000–30 000 l/tim eller t.o.m. mer erhållas. Det är emellertid inte ovanligt att tektoniska zoner i den aktuella berggrunden i regionen är relativt täta (Enqvist & Fogdestam 1984).



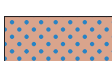
Fig. 26. Reliefbild över delar av regionen östra mälardalen. I bilden framstår sprickzoner som mer eller mindre långsträckta dalgångar. Sjöar utgör helt släta ytor.

Teckenförklaring till kartutsnitt och seismiska profiler

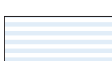
Legend till kartutsnittet i denna beskrivning visas i figur 27.

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I JORDLAGREN

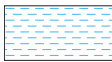
Sand och grus, huvudsakligen isälvsvlagringar

	Ovanligt stor grundvattentillgång, storleksordningen >125 l/s
	Mycket stor grundvattentillgång, storleksordningen 25–125 l/s
	Stor grundvattentillgång, storleksordningen 5–25 l/s
	Måttlig grundvattentillgång, storleksordningen 1–5 l/s
	Liten eller ingen grundvattentillgång, storleksordningen <1 l/s
	Liten eller ingen grundvattentillgång, storleksordningen <1 l/s, viktigt infiltrationsområde

Sand- och gruslager under morän eller lera

	Sammanhängande täta jordlager, vattenförande friktionslager kan förekomma i eller under dessa sediment
	Ovanligt stor grundvattentillgång, storleksordningen >125 l/s
	Mycket stor grundvattentillgång, storleksordningen 25–125 l/s
	Stor grundvattentillgång, storleksordningen 5–25 l/s
	Måttlig grundvattentillgång, storleksordningen 1–5 l/s

ORGANISKA JORDARTER

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

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I BERGGRUNDEN

Urberg

	Tämligen goda uttagsmöjligheter, mediankapacitet 600–2000 l/h
	Mindre goda uttagsmöjligheter, mediankapacitet 200–600 l/h
	Dåliga uttagsmöjligheter, mediankapacitet <200 l/h

ÖVRIGA BETECKNINGAR

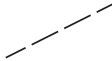
	Spricka eller sprickzon
	Fast grundvattendelare
	Rörlig grundvattendelare
	Strandlinje där förutsättning för inducerad infiltration föreligger
	Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
	Källa registrerad vid SGU
	Grundvattnets trycknivå, m ö.h.
	Seismisk profil
	Observationsrör eller sonderingspunkt

Fig. 27. Teckenförklaring till kartutsnittet på följande sidor.

I de seismiska profilerna har färgsättningen följande betydelse.

- Blå färg: Huvudsakligen sand och grus under grundvattenytan (vattenmättat), dvs. grundvattenmagasinet i jord. Tunnare skikt av lera eller silt kan förekomma i lagerserien.
- Ljusbrun färg: Huvudsakligen sand och grus ovanför grundvattenytan (torrt). Tunnare skikt av lera eller silt kan förekomma i lagerserien.
- Gul och gulbrun färg: Lera eller silt. Tunnare skikt av sand och grus kan förekomma.
- Färglöst: Urberg. Sprickzoner är vanligen betydligt mer vattenförande än den omgivande berggrunden. Sprickzon i urberget anges med ett rutnät.

I de seismiska profilerna har lägena för borrhningar och sonderingar lagts in med en pilmarkering och aktuell benämning, t.ex. Ro4055 eller So4055. "R" anger att ett observationsrör installerats medan ett "S" anger sonderingsborrning.

Siffror inne i färgfälten som t.ex. 500, 1650 och 5000 (m/s) syftar på den uppmätta våghastigheten som gäller för aktuellt lager och som ligger till grund för tolkningarna. Figur 28 visar vilka våghastigheter som karaktäriserar olika typer av jord- och bergarter.

I beskrivningstexten refereras till särskilt viktiga undersökningsobservationer knutna till borrhning eller liknande. Detta görs med hjälp av vedertaget namn eller beteckning. Före beteckningen anges om möjligt den aktör som utfört undersökningen. Exempel på beteckningstyper är Viak Rb 1904, SGU Ro4048 (grundvattenrör), Brunnsarkivet 995 032 992 (brunn från SGUs brunnsarkiv), SGU So4055 (sondering) och SGU S8-04 (seismisk undersökning). Data till de refererade punkterna finns lagrade i SGUs databaser.

Grundvattentillgångar i Uppsalaåsen, Botkyrka kommun

Norsborg

Uppsalastråket i Ekerö kommuns södra delar kan iakttas vid Sandudden. Mot söder fortsätter åsstråket i Botkyrka kommun. Från Norsborg i norr kan det följas söderut genom kommunen. Vid Norsborg återfinns åsen vid Mälarens strand och ut under Mälaren. Det aktuella grundvattenmagasinet ligger emellertid till största delen under mäktiga lager av silt och lera. Magasinets södra del utgörs av ett öppet magasin med en mäktig omättad zon. Detta åsparti är delvis utbrutet. I söder ansluter ett åsparti

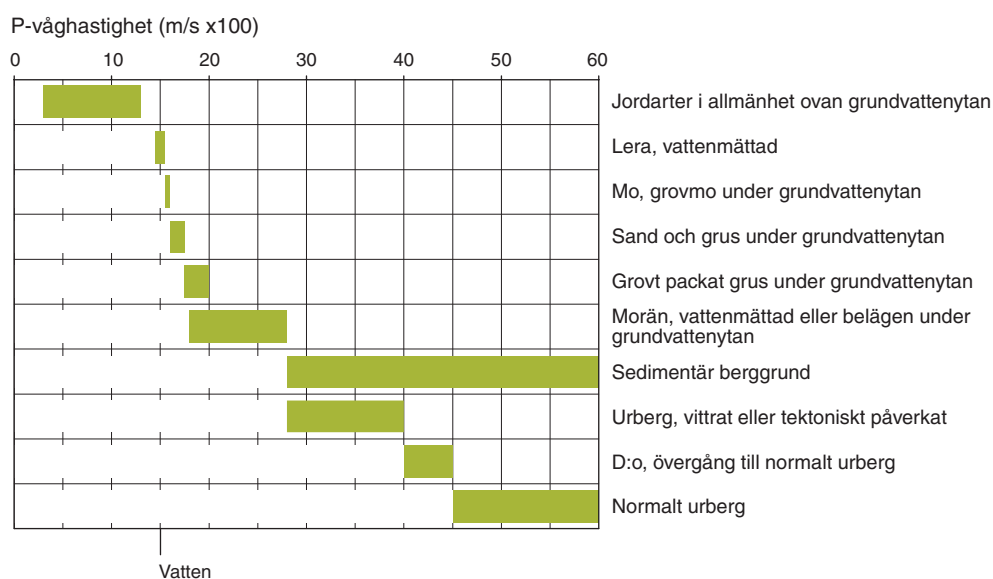


Fig. 28. Seismiska hastigheter i olika jord- och bergarter. Begreppet tektoniskt påverkat urberg avser i första hand sprickzoner, vilka vanligen är mer vattenförande än omgivande berggrund.

på berg beläget ovan grundvattenivån. Bergryggen utgör en fast grundvattendelare, vilket innebär att Bornsjöns vattensystem är skilt från Norsborgs akviferen, se figur 29.

Flera borrhningar som företagits i området visar på 20–25 m mäktiga lager av sand och grus, mestadels under lera (VBB Viak Rb9401, SGU R04048), se tabell 2, s. 53. Berg påträffas i magasinets centrala delar, se figur 30, 30–40 m under markytan. Grundvattnets tryckta bedöms fluktueras med nivåförändringar i Mälaren. Förutsättningarna för inducerad infiltration bedöms som goda via ett strandnära åsparti. Ingen förhöjd kloridhalt har konstaterats från provtagning på 28 m under markytan. I grundvatten på större djup och under Mälarens botten bedöms dock relik saltvatten förekomma. En kommunal grundvattentäkt, där uttaget uppgått till 30 l/s, har tidigare funnits i området (AIB 1992). Idag sker inget större uttag av grundvatten i området. Grundvattnet hade en hög järnhalt men uppges i övrigt ha varit av god kvalitet. I en annan närliggande borrhning (Viak 1994) uppges järnhalten vara mycket låg.

Uttagskapaciteten, som i området bedöms uppgå till över 125 l/s, utgörs till övervägande del av inducering från Mälaren.

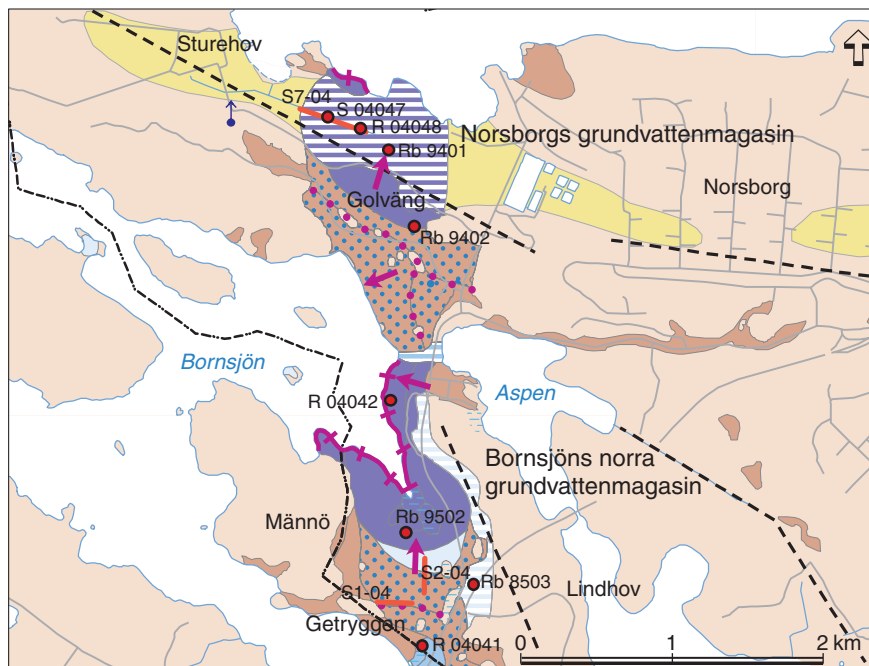


Fig. 29. Kartutsnitt över Norsborgs och Bornsjöns norra grundvattenmagasin.

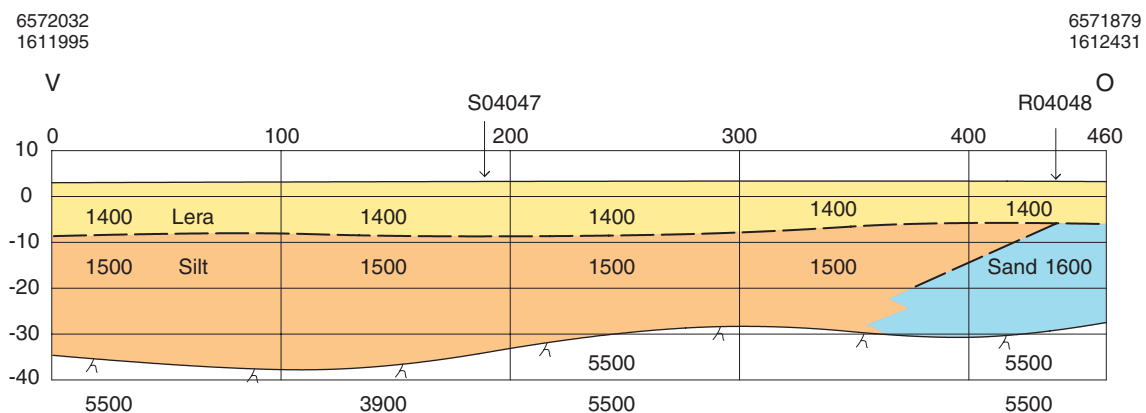


Fig. 30. Seismiklinje SGU S7-04 mellan Sturehov och Norsborg. SGUs undersökningar konstaterar upp till 35 m vattenmättad isälvsediment under ca 20 m lera. Den seismiska informationen är ibland svårtolkad under mäktig lera varför kontrollborrningar utfördes vid 200 m och 420 m. Vid 200 m dominerar sandiga sediment medan det vid 420 m förekommer stora inslag av grovsand och grus.

Förutsättningar för konstgjord infiltration bedöms som goda från grundvattendelaren i söder fram till kanten av den slutna delen av magasinet. Förekomst av tunna lerlager i de isälvssediment som går i dagen kan emellertid inte uteslutas. Även tunna lager av finmaterial kan utgöra ett hinder för konstgjord grundvattenbildning. Olämpliga tippmassor i grustäkten vid Golväng kan förekomma.

Bornsjöns norra grundvattenmagasin

Bornsjöns norra magasin med anslutande infiltrationsområden sträcker sig från en fast grundvattendelare i norr som bildar gräns mot grundvattenmagasinet Norsborg, vidare längs Uppsalaåsen utmed Bornsjöns strand till en fast grundvattendelare i höjd med Gettryggen i söder (fig. 29). I norr och söder ligger höga bergnivåer som innebär en obefintlig eller högst begränsad akvifermäktighet. Vid borring SGU Ro4042 kunde inslag av finkorniga jordarter konstateras. Ett mindre del av magasinet ligger under mäktiga lager av täta finmaterial som också karakteriserar åsens östra flank (Viak 1985) och jordlagren i anslutning till sjön Aspen. Ytvattensystemet Aspen bedöms vara skilt från åsakviferen som i sin tur står i förbindelse med Bornsjön. Grundvattenytan ligger i nivå med Bornsjöns yta. Uppmätta tryckkytor för vatten i friktionsjord under lera visar på en svag gradient från åsen ut mot Bornsjön (Bosander & Hellzenius 1972). Borring Rb 9502 nära Bornsjön i grundvattenmagasinets södra del visar på 13 m vattenmättat sandigt grus (Stockholm Vatten m.fl. 1996). Den naturliga grundvattenbildningen är liten i förhållande till bedömda förutsättningar för inducerad infiltration, som i området betraktas som goda. Uttagskapaciteten bedöms uppgå till mer än 125 l/s och begränsas av tillrinningen till Bornsjön.

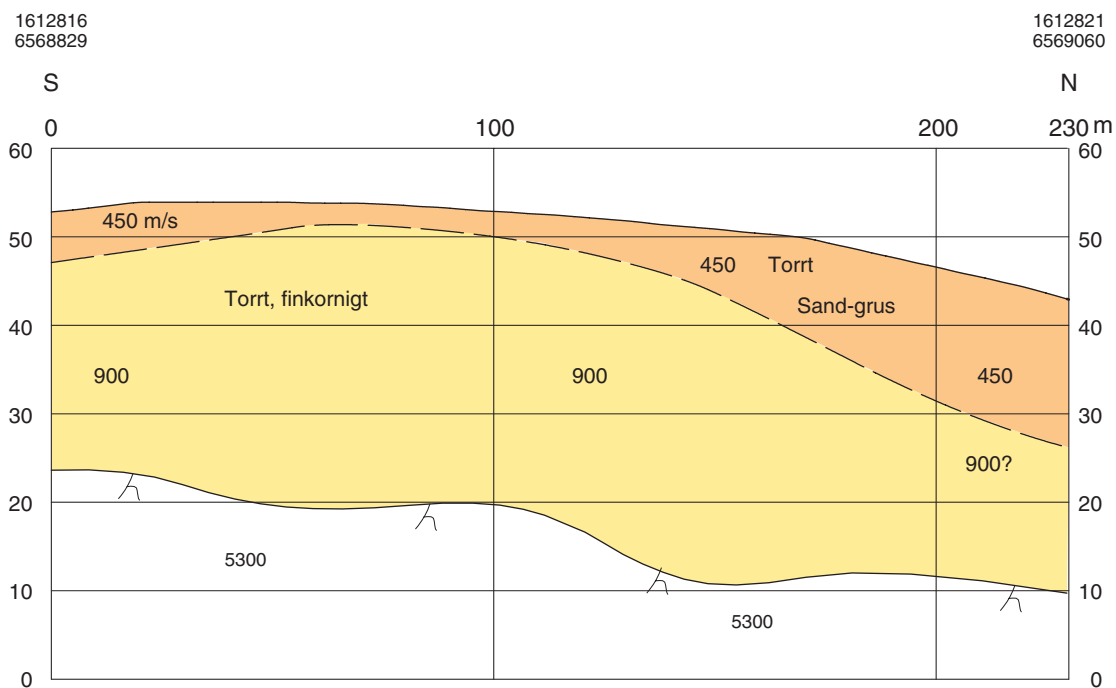


Fig. 31. Seismiklinje SGU S2-04 vid Männö öster om Bornsjön. Ytliga jordlager består av sand och grus. På djupet förekommer sannolikt ett mer finkornigt jord på berg över Bornsjöns nivå. Omkring 400 m norr om linjen ligger Bornsjön på ca 11 m ö.h.

Seismiska undersökningar (SGU S1-04, S2-04) på Gettryggen indikerar en omättad zon på berg, se figur 31. Utifrån de geofysiska undersökningarna bedöms jordmaterialet till delar bestå av finare fraktioner som finsand och silt. För att bedöma möjligheterna till konstgjord grundvattenbildning bör därför åsområdets infiltrationskapacitet i anslutning till Gettryggen och Männö ytterligare undersökas. De yttre förutsättningarna för förstärkt grundvattenbildning är i övrigt ovanligt gynnsamma.

Bornsjöns södra grundvattenmagasin

I norr gränsar Bornsjöns södra grundvattenmagasin till den ovan beskrivna fasta grundvattendelaren vid Gettryggen. I anslutning till vattendelaren ligger en högt belägen bergrygg i ungefär öst-västlig riktning (fig. 32). Det genomsläppliga åsmaterialet ligger i anslutning till Bornsjön, men lera i sjöstrandens närhet tvingar upp grundvattenflödet vid S:t Botvids källa som mynnar ut i Bornsjön. Grundvattenmagasinet följer först åsen under finmaterial för att mot söder utgöra ett öppet magasin i den 40–50 m höga och 1 km breda platån vid Uttran. I söder begränsas grundvattenmagasinet av en bergrygg belägen strax norr om Uttrans grustag. Vid rör Rb 9501, i höjd med motorvägen, förekommer 31 m vattenmättad jord med god genomsläpplighet (Stockholm Vatten m.fl. 1996). Inslag av tunna lerlager förekommer i åsmaterialet. En mycket mäktig omättad zon i söder avtar i omfattning och upphör helt i riktning mot Bornsjön.

Tillrinningsområdet utgörs till övervägande del av genomsläppliga jordar. Det parti som täcks av lera minskar emellertid infiltrationen till magasinet. Grundvattenbildningen bedöms uppgå till 10–15 l/s. Detta vatten strömmar med en liten gradient från den fasta grundvattendelaren vid Uttran

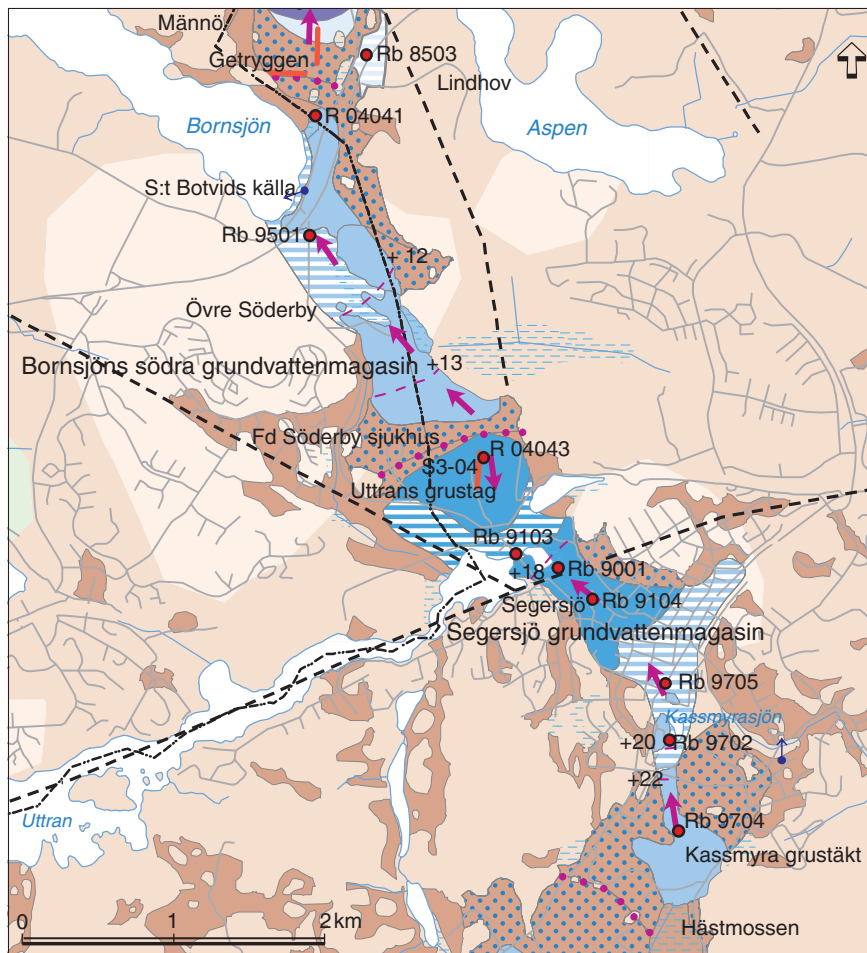


Fig. 32. Kartutsnitt över Bornsjöns södra och Segersjö grundvattenmagasin.

i riktning mot Bornsjön och dräneras huvudsakligen via S:t Botvids källa. Flödet ur källan uppgick den femtonde juni 2005 till 5–10 l/s. Det högsta kända flödet uppgår till 14 l/s (Stockholm Vatten m.fl. 1996). Segersjö grundvattenmagasin, söder om grundvattendelaren vid Uttran, har en tryckyta ca 4,5 m över det aktuella magasinets. Det kan inte uteslutas att det åtminstone tidvis kan förekomma en dränering av grundvatten via sänkor i berggrunden vid grundvattendelaren norr om Uttrans grustag. SGUs undersökningar har dock inte kunnat verifiera förekomsten av ett s.k. stalp. Ett omfattande flöde över en bergtröskel vid Uttran skulle sannolikt medföra ett större flöde ur S:t Botvids källa. Enligt SGUs bedömning utgör de höga bergnivåerna vid Uttran en fast grundvattendelare och någon grundvattentillrinning från Segersjö grundvattenmagasin förekommer inte eller är av mindre omfattning. Detta eventuella flöde beror också av sjön Utterkalvens nivå och ett eventuellt grundvattenuttag ur Segersjö vattentäkt.

Söderby sjukhus gamla vattentäkt i området har tidigare varit i bruk men idag sker inget större grundvattenuttag ur Bornsjöns södra magasin.

Väg E4 passerar över akviferen, och där har åtgärder vidtagits för att förhindra ett eventuellt läckage från vägområdet till Bornsjön och grundvattnet i området.

Uttagskapaciteten ligger i klassen 5–25 l/s. Eftersom jordar med dålig genomsläpplighet finns vid Bornsjöns strand kan man inte räkna med något tillskott av grundvatten via inducerad infiltration. Uttagbar mängd begränsas därför av den naturiga grundvattenbildningen som idag till stor del dräneras via S:t Botvids källa.

För att öka uttagsmöjligheterna krävs konstgjord grundvattenbildning. Förutsättningarna för bas-sänginfiltration synes vara mycket goda. Infiltration skulle kunna ske på den norra sidan av plattan vid Uttran och med ett uttag på lämpligt avstånd i nordlig riktning. En kloridhalt på 14–22 mg/l tyder på att grundvattenskyddet längs E4:an förhindrat infiltration av vägsalt.

Segersjö

Segersjö grundvattenmagasin kan delas in området Uttrans grustag, Segersjöområdet med en tidigare nyttjad kommunal vattentäkt, lertäckta områden norr om Kassmyrasjön samt det f.d. grustaget Kassmyra (fig. 32). Ovan grundvattenytan är åsmaterialet i Kassmyraområdet till stora delar utbrutet. Akviferen avgränsas mot söder av högt liggande berg. Seismiska undersökningar visar att akviferen leds via en smal passage som fortsätter ut mot och under Kassmyrasjön, vars tryckyta är skild från magasinets grundvattennivå. Sjön bedöms därför inte ha hydraulisk kontakt med åsen (Baresel 1999). I området kring Kassmyra grustag varierar jorddjupen mellan 10 och 30 m varav ca 10 m är vattenmättat (Rudqvist 1997). Norr om Kassmyrasjön, längs med dalstråket söder om Tumba och vidare i nordvästlig riktning ner mot Segersjö, råder slutna förhållanden. Mot Segersjö går de grova isälvsedimenten åter i dagen och akviferen är öppen. Sprickdalen mot nordöst i riktning mot Segersjö är ställvis mycket djup med upp till 50–75 m mäktigt jordlager (Baresel 1999). Borrningar och provpumpningar i Segersjöområdet visar på mäktiga lager av väl genomsläppligt friktionsmaterial. Vid anläggning av en första rörbrunn vid Segersjö vattentäkt nåddes berg på 53 m djup. Jordlagren bestod under den omättade zonen av 43 m vattenmättade isälvsediment, mestadels grus (AIB 1992). I höjd med Kvarnsjön–Utterkalven har lerlager påträffats varför förutsättningar för inducerad infiltration anses vara begränsade. I området förekommer även torvavlagringar, vilka kan påverka vattenkvaliteten i samband med ett grundvattenuttag. I Uttrans grustag råder öppna förhållanden fram till helt nära vattendraget mellan de nämnda sjöarna. I norra delen av Uttrans grustag visar seismiska undersökningar (SGU S3-04) på en akvifermäktighet uppgående till 15–20 m, se figur 33. I sydlig riktning tilltar magasinet i mäktighet.

I en stor del av området norr om Utterkalven har den mycket mäktiga omättade zonen schaktats bort. Grustäktsbotten ligger ca 5 m över grundvattennivån. Provtagning vid SGU Ro4043 visar på väl genomsläpplig jord, se tabell 3, s. 57.

Grundvattennivån i Kassmyraområdet ligger på ca 23 m ö.h. för att successivt sjunka ner till 17–18 m ö.h. i höjd med järnvägen. Grundvattennivåmätningar i friktionsjord under lera vid Söderby

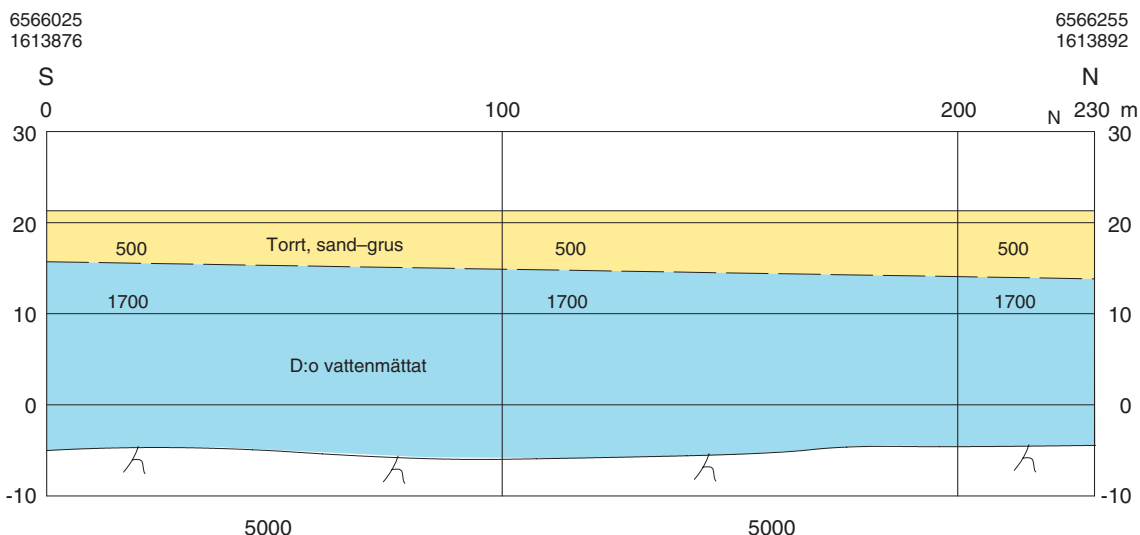


Fig. 33. Seismiklinje SGU S3-04 i Uttrans grustag. Grustagsbotten ligger ca 5 m över grundvattenytan. Akviferen är ca 20 m mäktig. Indikationen på en svag grundvattengradient mot norr i i figuren verifieras inte av en kontrollavvägning av grundvatten- och ytvattennivåer i området. Denna påvisade istället en svag gradient mot söder. Sannolikt beror avvikelsen i figuren på osäkerhetsnivån vid bedömning av marknivåer i samband med den seismiska undersökningen.

gärde indikerar en dränering mot grusåsen i nordöst (VBB Viak 1991). Då Segersjö vattentäkt nyttjas utbildas en avsänkningstratt mot brunnsområdet. Vid SGUs undersökning var denna vattentäkt ur bruk. Grundvattnets tryckyta stod då ca 35 cm över ytvattennivån vid bron över vattendraget mot Utterkalven. Sannolikt dränerades vid denna tidpunkt grundvatten ut i ytvattensystemet. En avvägd grundvattennivå med en ringa gradient anger en långsam strömning från grundvattendelaren i norr och söderut mot ytvattensystemet Kvarnsjön–Utterkalven. Vid höga grundvattennivåer går det emellertid inte att utesluta att ett mindre grundvattenflöde kan ta sig fram via lokala sprickdalar i berggrundsytan och norrut mot Bornsjöns södra magasin, se även redogörelse i anslutning till Bornsjöns södra magasin.

Grundvattenbildningen i magasinets tillrinningsområde bedöms uppgå till ca 25 l/s. Vid en av VBB utförd provpumpning 1954–1955 med 25 l/s noterades endast en ringa avsänkning och en grundvattennivå som ej sänktes under nivån för Utterkalvens utlopp (AIB 1990). Då provpumpning utfördes med 50 l/s sjönk grundvattennivån under Uttrans ytvattensystem. Förutsättningarna för inducerad infiltration bedöms som begränsad på grund av finmaterial inlagrade i lagerföljden i anslutning till Utterkalven och därtill hörande ytvattensystem (Baresel 1999).

Uttagskapaciteten kan enligt SGUs bedömning hänföras till den lägre delen av klassintervallet 25–125 l/s. Möjligen är förutsättningarna för inducerad infiltration underskattad vilket innebär att den potentiella uttagskapaciteten kan vara större. Vid den uppströms liggande magasin delen vid Kassmyra f.d. grustag kan man endast göra ett mindre uttag. Detta p.g.a. att denna magasin del redan vid mindre avsänkningar sannolikt skulle isoleras från magasinets norra delar.

Tidigare har Segersjö vattentäkt, med en vattendom på 2 000 m³/d (23 l/s), bidragit till den kommunala vattenförsörjningen. Uttaget har från 1954 till i slutet av 1980-talet uppgått till ca 20 l/s. Problem med höga kloridhalter anses till största delen bero på den salthantering som förekommit i Kassmyraområdet (Rudqvist 1997). Idag fungerar Segersjötäkten som reservvattentäkt.

Det är främst i Uttrans grustäkt som konstgjord grundvattenbildning skulle kunna ske. På grund av uttag av grus är numera den omättade zonen av relativt liten mäktighet. I Kassmyraområdet kan det finnas risk för olämpliga fyllnadsmassor som kan påverka grundvattenkvaliteten.

Vårsta

Den fasta grundvattendelaren i Kassmyratäktens centrala del utgör Vårsta grundvattenmagasins tillrinningsområdes norra gräns. Höga berglägen förekommer frekvent i detta område men de utesluter inte förekomsten av berggrundsytor som lokalt kan ligga under grundvattennivån i bl.a. området Hästmossen, nordöst om Trollsjön. Under Hästmossen har stora mäktigheter av silt under lera konstaterats (AIB 1976). I det mer genomsläppliga åsområdet bedöms emellertid grundvattendelaren i norr i sin helhet vara bergbetingad och är därför fast. Trollsjöns yta ligger ca 10 m över grundvattennivån. Vid större tillflöden till sjön bedöms delar av det omsatta vattnet långsamt infiltrera ner till den underliggande akviferen eftersom sjön saknar ytvattenavlopp. Under Trollsjön ligger ett grundvattenmagasin som här har 6 m högre grundvattennivå än den del som ansluter till Malmsjöns strand. Borrningar för Vårstad gamla vattentäkt, numera nedlagd, anger en mer än 10 m mäktig akvifer i väl genomsläppligt grus (AIB 1990). Grundvattenströmningen bedöms ske söderut via en bergtröskel (VBB Viak 1991) ner mot ett grovt isälvsediment vid och under Malmsjön, se kartutsnitt i figur 34. Grundvattennivån vid sjön bedöms ansluta till ytvattennivån och dess fluktuationer. Vid sjökanten uppgår akvifermäktigheten till mer än 43 m (SGU R04049). Den högsta permeabiliteten mättes här till $1,36 \times 10^{-3}$ m/s (enligt Gustafson 1983). Uttagmöjligheterna gynnas av goda förutsättningar för inducerad infiltration. Åsmaterialet bedöms sammanhållas med åspartiet på sjöns södra strand. Inga mäktighetsuppgifter finns från detta södra åsområde vid Korsnäs.

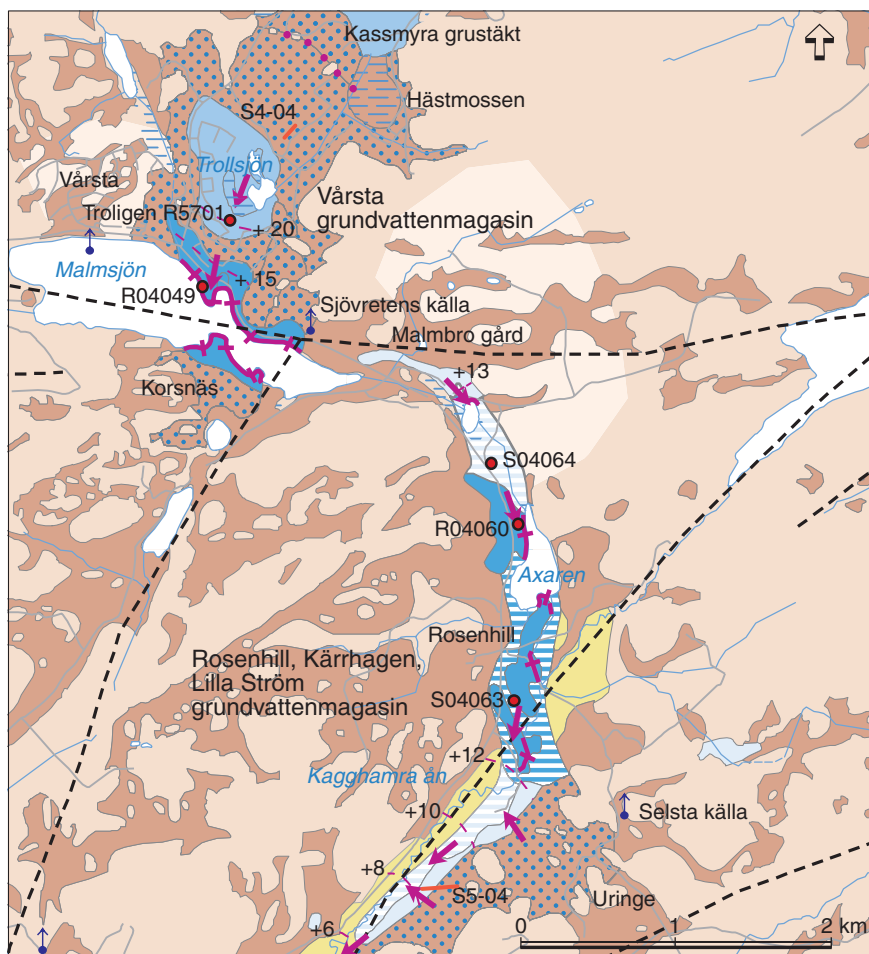


Fig. 34. Kartutsnitt över Vårsta och Rosenhill–Kärrhagen–Lilla Ströms grundvattenmagasin.

Den naturliga grundvattenbildningen till den högre liggande magasin delen är i storleksordningen 10 l/s. Detta motsvarar den vattenvolym som tidigare tagits ut i en idag nedlagd kommunal vattentäkt (AIB 1992). I området som helhet uppskattas grundvattenbildningen till ca 15 l/s. Uttagskapaciteten bedöms uppgå till mer än 125 l/s i uttagpunkter nära Malmsjön. En eventuellt försämrad ytvattenkvalitet i Malmsjön skulle vid stora uttag kunna påverka grundvattenkvaliteten. Farhågor för en eventuell påverkan från avfallsdeponin vid Hall har tidigare möjligen inneburit viss tvekan inför en etablering av en grundvattentäkt i anslutning till Malmsjön (AIB 1992). I magasinets övre parti begränsas uttagsmöjligheterna av den naturliga grundvattenbildningen och har därför klassats med en uttagskapacitet belägen i spannet 5–25 l/s.

Ett visst utrymme för konstgjord grundvattenbildning finns i det f.d. täktområdet söder om grundvattendelaren. I övrigt blockeras området av tät bebyggelse.

Rosenhill–Kärrhagen–Lilla Ström

Uppsalastråkets södra del i Botkyrka kommun sträcker sig utmed Axarens ytvattensystem söderut mot Lilla Ström (fig. 34). Åsmaterialet ligger till stora delar avsatt på Kagghamraåns dalgångs östra höjdparter. Vid denna dalsida, där berget ligger högt, dräneras grundvattnet bort med högst begränsade uttagsmöjligheter som följd. I dalsänkans östra kant har ett ca 100 m brett och 10–15 m mäktigt magasin identifierats i anslutning till lera i dalgångens lägre partier, se figur 35. Höjdlägena med sand och grus i öster utgör viktiga infiltrationsområden för det nämnda grundvattenmagasinet. De grövre sedimenten kilar till delar in under lera. De beskrivna förhållandena råder till stora delar från dalgången väster om Uringe i norr till Lilla Ström i söder. Väsentligt bättre uttagsmöjligheter finns i det långsträckta grundvattenmagasinet delar kring Rosenhill. Här ligger åsmaterialet avsatt mitt i dalen och är till stora delar vattenmättat. Grova och mycket genomsläppliga jordarter har konstaterats nära sjön Axnaren och strax söder om Rosenhill (SGU Ro4060). En sondering strax söder om Rosenhill tyder på likartade förhållanden (SGU So4063). Akvifermäktigheten uppgår här till mer än 30 m. Förutsättningarna för grundvattenuttag gynnas av en sannolikt god hydraulisk kontakt med närliggande ytvattensystem. Grundvattenmagasinet uppvisar således stora kapacitetsvariationer från Malmbro gård i norr till Lilla Ström i söder. Sondering och seismiska undersökningsresultat visar att det förekommer sektioner med mindre god hydraulisk kontakt mellan akviferdelarna. Detta gäller i

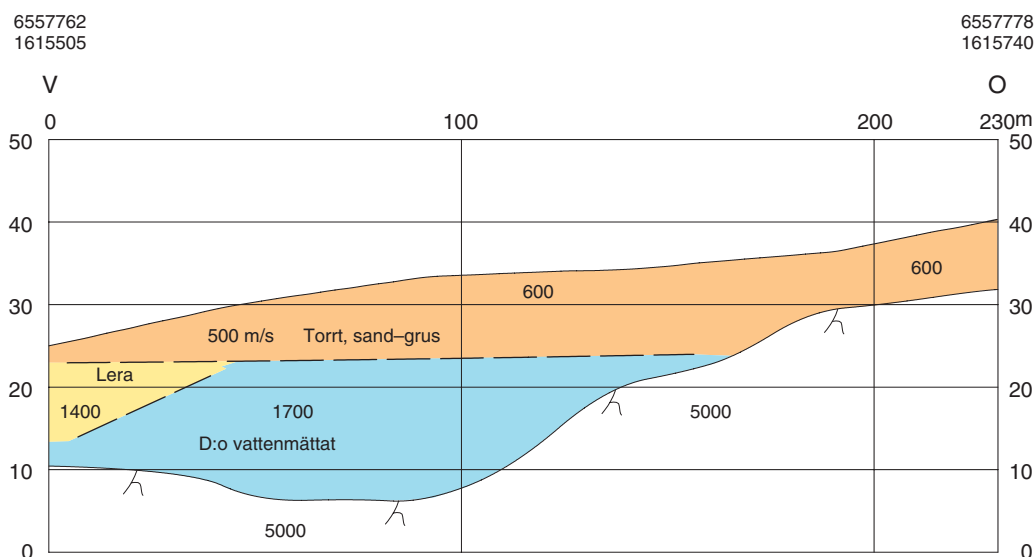


Fig. 35. Seismiklinje SGU S5-04 ca 1 km västnordväst om Uringe gård. Här finns ett mindre magasin vars grundvattenbildning till stora delar sker i ett område med höga berglägen öster om Kagghamraåns dalgång. Magasinet är sannolikt långsträckt utmed dalgångens huvudriktning men bedöms tunna ut under lera mot dalgångens mitt.

synnerhet i höjd med Brink (2 km sydväst om Uringe) där högt bergsläge och inslag av silt har noterats (SGU S6-04, R04061).

Nederbörden kanaliseras till stor del till ytvattenssystemet. Den naturliga grundvattenbildningen sker i huvudsak där isälvssedimenten ligger i dagen. Beträffande det beskrivna åsstråket bedömer SGU den naturliga grundvattenbildningen i isälvssediment till i storleksordningen 30–40 l/s. Då grundvattenmagasinet består av ett antal delområden med varierande förutsättningar för uttag krävs det, för att tillgodogöra sig en större del av den naturliga grundvattendelningen, att uttagsbrunnar utplaceras i flera delar av magasinet. I kontakten med sjön Axaren bedöms förutsättningarna för inducerad infiltration som goda vilket innebär att ytvatten norr om och i höjd med Axaren utgör en potential för ett eventuellt grundvattenuttag i området.

Grundvattennivån sjunker successivt från ca 14 m ö.h. vid Malmbro gård i norr till havsnivå vid Lilla Ström i söder. Vid Rosenhill ligger grundvattennivån på ca 12 m ö.h.

Utmed den östra dalsidan i höjd med Lilla Ström förekommer källflöden, dels som en långsträckt källhorisont, dels kanaliserade via täckdikning. Skred i området har på senare år flyttat flödena i kommungränsens närhet.

Uttagsmöjligheterna bedöms vara gynnsammast i akviferdelen Axnaren–Rosenhill, där uttagkapaciteten bedöms ligga i övre delen av kapacitetsklass 25–125 l/s. Ett större uttag kan komma att påverka ytvattenflödet, vilket kan stå i motsats till naturvårdsintressen (havsöringsbeståndet) knutna till ytvattenssystemet i området.

Delområdet vid Lilla Ström är svårbedömt då risk för infiltration av saltvatten kan föreligga. Utifrån källflödet i området, som överstiger 5–10 l/s, bedöms uttagkapaciteten överskrida 5 l/s. Kompletterande undersökningar krävs för att avgöra risken för infiltration av saltvatten i samband med större grundvattenuttag än 5 l/s.

Näslandet

Isälvssedimenten på Näslandet är främst koncentrerade till halvöns östra del kring Saltnäs. Därutöver finns mindre avsättningar vid Sandviken och Björndammen. I de senare bedöms förutsättningarna för grundvattenuttag vara små. Vid Saltnäs uppgår akvifermäktigheten till mer än 20 m (Syvab 1973). Inslag av finkornigt material i lagerföljden gör att genomsläppligheten varierar. Den naturliga grundvattenbildningen bedöms uppgå till 10–15 l/s. Även vid mindre grundvattenuttag ökar risken för infiltration av salt havsvatten. Uttagskapaciteten uppskattas därför vara begränsad till 1–5 l/s. Frekventa inslag av finmaterial i lagerföljden gör att området är mindre lämpligt för konstgjord grundvattenbildning.

Grundvattentillgångar i Tullingestråkets isälvssediment

Fittja–Flottsbro

Tullingestråkets isälvsmaterial har i huvudsak avsatts i och utmed Alby- och Tullingesjöarnas sprickdal, belägen mellan på vardera sidan uppskjutande berg. Endast mindre områden av sedimenten ligger ovan ytvattennivån. I samband med borrhningar har det konstaterats att det förekommer ett 50–80 m genomsläppligt åsmaterial vid Albysjöns nordvästra strand och anslutande bottenpartier (Möller & Stålhös 1969b). Vid Fittja industriområde borrades i sand och grus ner till ca 50 m under markytan (Viak 1981). På detta djup har det uppmätts 3 200 mg/l klorid, vilket är en mycket hög siffra. Centralt under Albysjön har det genomsläppliga materialet överlagrats av finare och mindre genomsläppliga jordarter. Sannolikt föreligger en god hydraulisk kontakt söderut mot avsättningarna vid Flottsbro och vidare söderut mot Tullinge.

Vid Flottsbro förekommer en ca 10–15 m mäktig formation med hög permeabilitet (Akva Terra 1994). Därunder har det konstaterats ett större inslag av silt. Borrhningarna avslutades utan stopp på ca 20 m djup under markytan. Ingen information finns om jordlagrens mäktighet och egenskaper djupare än 20 m under markytan.

Grundvattennivån bedöms ligga i nivå med Albysjöns yta. Uttagskapaciteten bedöms överstiga 125 l/s i de norra avsättningarna vid Fittja. Vid Flottsbro bedöms uttagmöjligheterna uppgå till 25–125 l/s. Bristen på data från större djup än 20 m gör att det möjligen finns förutsättningar för ännu större uttag på större djup under markytan. För båda delområdena gäller att höga grundvattenuttag sannolikt medför påverkan av relik saltvatten.

Pålamalms södra grundvattenmagasin

Det södra grundvattenmagasinet är det högst belägna som är kopplat till Pålamalmsformationen. Det begränsas i norr och väster av ett högt bergsläge öster om Lilla Skogssjön. I söder betraktas Hanvedsmossens norra parti som gräns då den hydrauliska kontakten söderut bedöms vara begränsad, se figur 36. Akviferens mäktigare del har här uppmätts till ca 25 m (Viak Rb 7204).

Grundvattenmagasinet yta ligger ca 55 m ö.h. och är endast i sina västra delar beläget i Botkyrka kommun. Dess östra del ligger i Haninge kommun. Innan Haninge vattentäkt anlagts låg den naturliga grundvattennivån på ca 60 m ö.h. (Viak 1996) I det aktuella magasinet sker en bassänginfiltration vilket lokalt ger en högre och avvikande grundvattennivå som i öster avsänks i uttagsområdets närhet. Haninge kommuns vattenuttag bildar en avsänkningstratt med en rörlig grundvattendelare belägen ca 450 m söder om uttagsområdet.

Den naturliga grundvattenbildningen bedöms uppgå till ca 10 l/s. Utifrån bedömningen att inget grundvattentillskott sker från Hanvedsmossen uppskattas uttagskapaciteten till 5–25 l/s. Denna kapa-

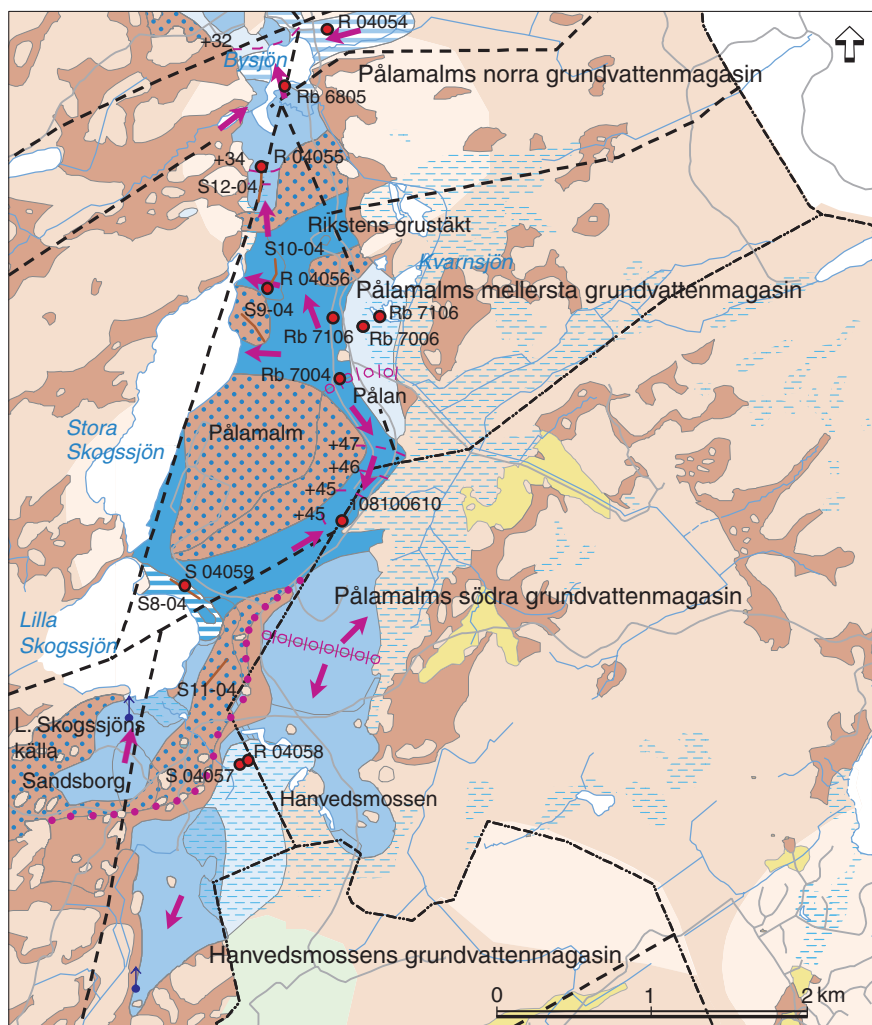


Fig. 36. Kartutsnitt över Pålamalms södra, mellersta och norra grundvattenmagasin.

citetsnivå exkluderar bassänginfiltrationen i området. Enligt vattendom har Haninge kommun rätt till ett medeluttag på 4 300 m³/d (50 l/s) från uttagsbrunnar belägna i det södra och mellersta magasinet. Våren 2006 uppgick vattenuttaget till 2 000–2 500 m³/d (P. Larsson, Haninge kommun, muntlig kommunikation).

Pålamalms mellersta grundvattenmagasin

Pålamalms mellersta grundvattenmagasin ligger i anslutning till Stora och Lilla Skogssjön och begränsas i norr av en bergtröskel strax norr om Stora Skogssjön och i söder av ovan nämnda berglägen öster om Lilla Skogssjön (fig. 36). I området bedrivs bland andra aktiviteter en omfattande täktverksamhet. Pålamalms isälvsediment är avsatta på en mycket undulerande berggrundsytta.

I stora delar av de centrala partierna ligger bergets nivå över grundvattenytan. Magasinet hänger ihop via ett smalt parti utmed Pålamalmsavlagringens östra del. En akvifer bestående av sten, sand och grus och med en mäktighet av 20 m har konstaterats strax väster om Rikstens grustäkt (fig. 37). I anslutning till Kvarnsjöområdet, i Pålamalmsområdets östra del, överlagras mindre mäktigheter friktionsmaterial av finmaterial och organogena jordar (Rb 7302, Rb 7106). Vid Haninge kommuns vattentäkt för råvattenuttag uppgår akvifermäktigheten till minst 15 m med grus som huvudfraktion (Brunnsarkivet 108 100 610). I magasinets norra del, i nära anslutning till Lilla Skogssjön, överlagras 27 m sand av 1 m lera (fig. 38). Nära Stora Skogssjön övergår det centralt belägna höga bergläget till en ca 20 m mäktig akvifer längs med sjön (Brunnsarkivet 995 032 992). I övrigt kan sägas att utifrån ett stort antal borrhningar gjorda under 1960- och 1970-talen varierar akvifermäktigheten generellt mellan 10 och 20 m (Viak rör 7006).

Grundvattenflödet via grundvattenfallet norrut ner mot Bysjön och Riksten har idag till delar sannolikt sin orsak i en anlagd återinfiltration av grundvatten i Rikstens grustäkts nordvästra del. I en komplicerad och kraftigt undulerande berggrundsterräng i gränsområdet mellan Pålamalms mellersta och södra magasin är ett grundvattenflöde i form av ett grundvattenfall inte heller uteslutet, i synnerhet på grund av Haninge kommuns infiltrationsbassäng som lokalt höjer grundvattennivån i delar av det södra magasinet.

Pålamalms mellersta magasin har en trycknivå ca 15 m över det norra magasinets. Enligt SGUs mätningar är grundvattnets strömningsriktning mot norr, men det kan även noteras en gradient ut mot Stora Skogssjön, vilket verifierar tidigare iakttagelser (Orrje 1958). I söder utbildas en avsänkningstratt

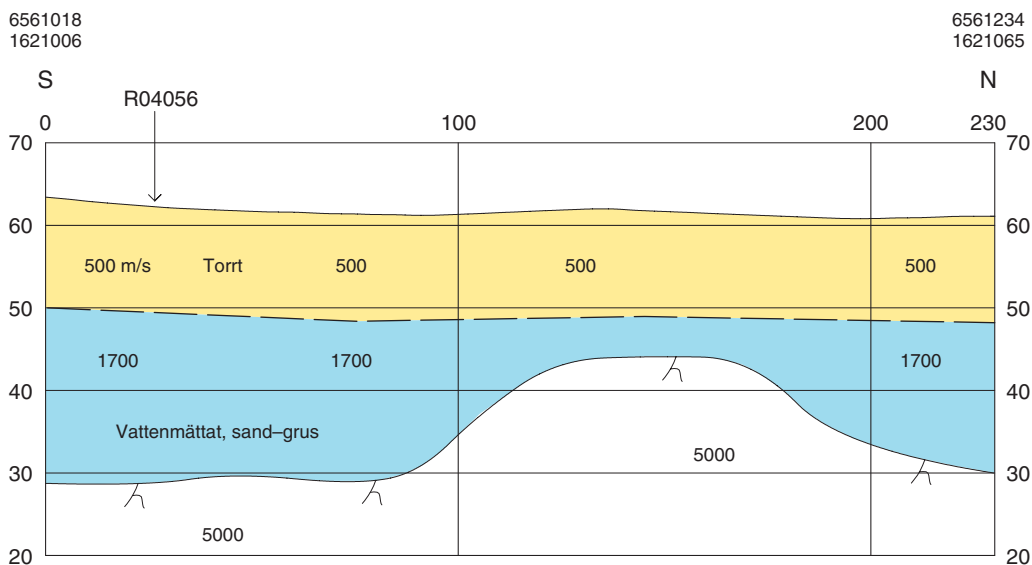


Fig. 37. Seismikprofil SGU S10-04 i Pålamalmsformationen ca 250 m öster om Stora Skogssjöns nordspets. Ett ca 20 m mäktigt grundvattenmagasin på en kraftigt undulerande berggrundsytta, vilken gör området svårtolkat.

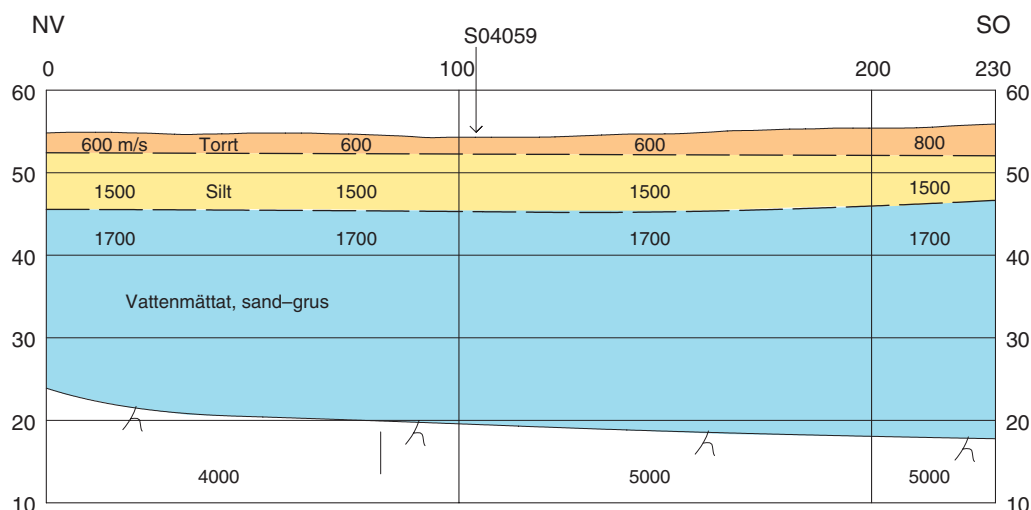


Fig. 38. Seismikprofil SGU S8-04 i Pålamalmsformationen södra del ca 75 m från Lilla Skogssjöns strand. Här finns ett mycket mäktigt grundvattenmagasin med 25–30 m sand under ett fåtal meter silt och lera. Endast ett fåtal meter har grövre fraktioner än sand.

runt Haninge kommuns råvattenbrunn, vilket innebär att en rörlig grundvattendelare finns i höjd med Pålan – ett område som i flera utredningar benämnts som en ”partiell grundvattendelare”, vilket antyder att berget på flera ställen ligger ovan grundvattenytan.

Den naturliga grundvattenbildningen bedöms uppgå till ca 20 l/s. I det fall god hydraulisk kontakt föreligger mot ett delområde söder om Lilla Skogssjön, som nedan beskrivs under rubriken ”Lilla Skogssjön”, bör den naturliga grundvattenbildningen vara ca 30 l/s. Därutöver kan möjligen ett visst tillskott tillgodoräknas via ett eventuellt grundvattenfall från Pålamalms södra magasin. Den bedömda uttagskapaciteten är dock högre eftersom förutsättningar för inducerad infiltration från främst Stora Skogssjön bedöms vara goda.

SGU bedömer uttagskapaciteten till 25–125 l/s. Eftersom stora delar av den omättade zonen exploaterats är grundvattenmagasinet särskilt känsligt för deponering av olämpliga massor. I stora delar av de områden som bäst lämpat sig för konstgjord grundvattenbildning har den omättade zonen till stor del schaktats bort. Trots detta kan även delar av grustäktområdet vara intressanta för konstgjord grundvattenbildning.

Tullinge–Pålamalms norra grundvattenmagasin

Tullinge–Pålamalms norra grundvattenmagasin utgör det lägst belägna av de tre delmagasin som kan kopplas till Pålamalmsformationen. Ett grundvattenfall i höjd med kraftledningsgatan strax norr om Stora Skogssjön utgör gräns mot det mellersta magasinet. Grundvattenmagasinets södra parti ligger i anslutning till Bysjön. Därefter fortsätter det norrut längs ett smalt dalstråk mot Tullinge flygplats där dalgången vidgas för att mot norr återfinnas som en mycket smal bildning i en markerad förkastnings-spricka vid Hamra grustäkt. De vattenförande sedimenten fortsätter därefter ut under Tullingesjön, se figur 39.

Isälvssedimenten i den omättade zonen vid Hamra grustäkt är till stora delar utbrutna och en omfattande täktverksamhet förekommer fortfarande i området. Grustäkten omges av mestadels omättade sandavlagringar på höga berglägen vilket innebär att dessa områden utgör viktiga infiltrationsytor till den beskrivna akviferen. Strax norr om ett grundvattenfall beläget ca 500 m söder om Tullingesjön och i sjöns närhet har stora jorddjup konstaterats. Borrningar i anslutning till Tullinge vattentäkt strax söder om Tullingesjön visar på en akvifermäktighet större än 26 m och med en ca 20 m tjock

mäktig omättad zon. Transmissiviteten är mycket god och har uppmätts till så hög som $0,59 \text{ m}^2/\text{s}$ (VA Ingenjörerna 1996). Scandiaconsult erhöll dock i samma område ett transmissivitetsvärde på $0,04 \text{ m}^2/\text{s}$ (Scandiaconsult 1982). Vid Tullinge flygplats överlagras magasinet av silt och lera och är därför slutet. Dess mäktighet uppgår till ca 10 m (SGU R04051, S04053). Akviferdelen, som i dessa borrhöjningar i huvudsak består av sand, är ca 20 m mäktig. Norr om Riksten är akviferen åter av öppen karaktär. Här uppgår det vattenmättade materialet till ca 19 m sten, sand och grus. Bysjön underlagras av finmaterial. Dess nivå låg vid SGUs mätningar (maj -04) ca 3 m över grundvattnets tryckyta. Detta faktum tyder på frånvaro av eller en begränsad hydraulisk kontakt med underliggande akvifer.

Stora akvifermäktigheter har konstaterats i de nordvästra delarna av Rikstens grustag (fig. 40). Vid SGUs grundvattenrör R04055 uppgår akvifermäktigheten till 25 meter och materialet består av mycket permeabel grovsand och fingrus. Liknande mäktigheter har även iakttagits vid Bysjöns strand ca 350 m sydsydöst om Riksten (Möller & Stålhös 1969b). En tilltagande grundvattengradient mot söder indikerar ett grundvattenfall vid en bergtröskel ca 350 m söder om grundvattenröret. Denna gradient har konstaterats genom grundvattennivåmätningar i området men har dock inte verifierats av den seismiska profilen SGU S12-04 (fig. 40). Kompletterande undersökningar och vattenbalansberäkningar krävs för att kunna bestämma storleken av detta grundvattenflöde. Vid Bysjön ligger grundvattennivån på ca 32 m ö.h. Den sjunker därefter kontinuerligt med en gradient av 2–5 ‰ mot norr. Från och med där sprickdalen övergår från sitt smalaste parti till det att den vidgar sig mot Hamratäktens norra del sjunker grundvattennivån snabbt ner till Tullingesjöns nivå. Den tilltagande gradienten förklaras av en snabbt ökande genomströmningsyta i Tullingesjöns närhet (Scandiaconsult 1982) alternativt

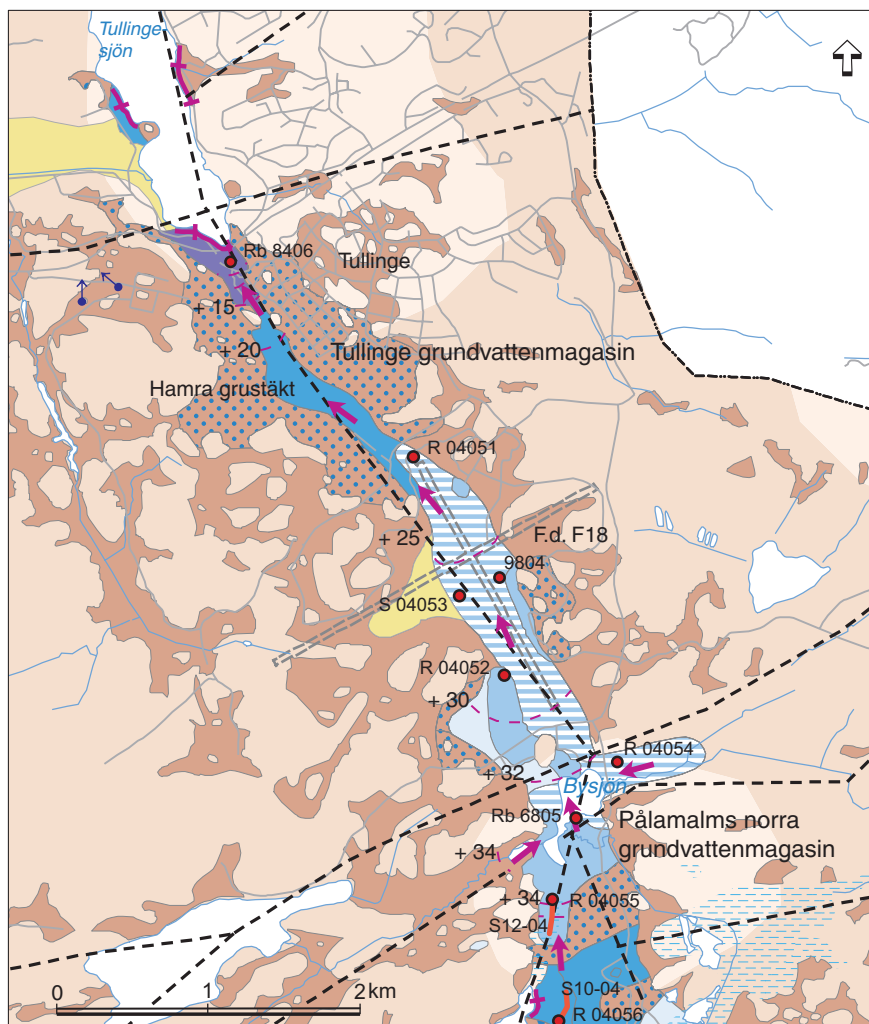


Fig. 39. Kartutsnitt över Tullinge–Pålamalms norra grundvattenmagasin.

6561618
1620954

6561842
1620976

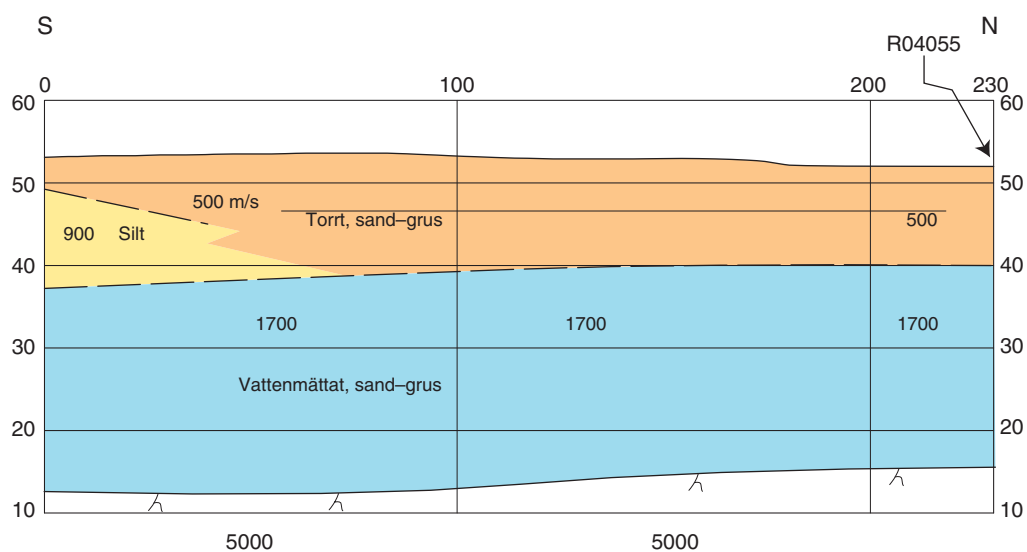


Fig. 40. Seismikprofil SGU S12-04 med en början ca 100 m norr om kraftledningen och vidare norrut i Rikstenstäktens nordvästra del. Profilen visar på en lokal sänka med ca 25 m vattenmättad sand och grus (jämför borrhning SGU R04055 belägen i profilens nordände). Omgivande bergsnivåer i östlig och västlig riktning ligger över magasinets grundvattennivå.

förekomsten av ett grundvattenfall 300–400 m söder om Tullinge vattentäkt (Marktema 2002). Vid grundvattenuttag sker en lokal avsänkning kring Tullinge vattentäkt. Vid avsänkning under Tullinge sjöns nivå, 0,64 m ö.h., medför detta en inducering av ytvatten in i grundvattenmagasinet.

Grundvattennivån vid Bysjön har tidigare noterats vara flera meter högre vilket troligen beror på ett minskat grundvattentillskott från mellersta magasinet som i sin tur kopplats samman med det vattenuttag i det mellersta magasinet som företagits av Haninge kommun (AIB 1992).

Utifrån erfarenheter från provpumpningar uppskattas grundvattenströmningen mot Tullinge vattentäkt uppgå till ca 60 l/s (Scandiaconsult 1982).

Vid Tullingesjön bedöms förutsättningarna för inducerad infiltration vara goda. Då uttaget uppgått till mer än den naturliga grundvattenbildningen (60 l/s) har överuttaget ballanserats av inducerad infiltration. Tidvis har uttaget uppgått till över 120 l/s. På grund av problem med höga kloridhalter har grundvattenuttaget minskats (Bergab 2002). För företaget Separators vattentäkt i samma grundvattenmagasin finns sedan 1949-10-08 en vattendom på 800 m³/d. Tullinge vattendom från 1962-02-15 medger ett uttag på 7 500 m³/d (AIB 1991). År 2002 uppgick medeluttaget i den kommunala vattentäkten till 2 930 m³/d (34 l/s).

SGU bedömer att uttagskapaciteten i de norra delarna av magasinet överskrider 125 l/s. Vid höga uttag kan relik saltvatten komma att påverka vattenkvaliteten. Förutsättningarna för konstgjord grundvattenbildning bedöms vara goda i de öppna akviferdelarna nordväst om Bysjön.

Hanvedsmossen

Området runt Hanvedsmossen består av sand och grus, delvis täckt av torv. Inslag av mindre genomsläppliga och dämmande jordarter förekommer. I mossområdet är jordlagerprofilen genomgrävd varför vatten från torvjorden kan infiltrera ner till mer permeabel underliggande friktionsjord. Under Hanvedsmossens centrala delar finns vattenmättad friktionsjord med relativt liten mäktighet (SGU R04058, S04057). En begränsad hydraulisk kontakt mellan grundvattnet beläget över respektive under finkorniga och dämmande sediment torde förekomma, främst beroende på att schaktning i området

till delar penetrerat ett tidigare eventuellt sammanhängande finmaterialsikt i lagerföljden. Dubbla trycktor med en något högre grundvattennivå på finmaterial kan förekomma. Söder om torvområdet begränsas undersökningsdata till georadarmätningar. Utifrån dessa bedöms jordlagren lokalt vara väl genomsläppliga. Jorddjupet bedöms dock i huvudsak vara relativt litet.

I området råder en grundvattengradient i ungefär sydvästlig riktning.

På grund av höga bergnivåer och mindre permeabla jordlager bedöms den hydrauliska kontakten mot Pålmalms södra magasin som högst begränsad.

Sydväst om Hanvedsmossen förekommer mer genomsläppliga jordarter än i mossområdet. SGUs översiktliga bedömningar utifrån företagna undersökningar tyder på en begränsad uttagskapacitet i mossområdet medan kapaciteten i grundvattenmagasinets sydvästra del bör kunna överstiga 5 l/s. Den naturliga grundvattenbildningen uppgår till ca 10 l/s.

Lilla Skogssjön

Via ett smalt parti utmed Lilla Skogssjöns östra strand ansluter ett sandområde troligen till Pålmalms mellersta magasin. Berggrunden varierar kraftigt i nivå varför grundvattenmagasinet i verkligheten är av en mer flikig natur än vad som framgår av kartbilden. Den del av grundvattnet som bildas i omgivande terräng med höga berglägen dräneras ut mot Lilla Skogssjön där en källa indikerar en hydraulisk tröskel nära sjöns strand. Källflödet uppskattades 2005-06-09 till ca 5 l/s. De boende i närheten utnyttjar källan som vattentäkt.

Grundvattenbildningen uppgår till ca 10 l/s. Utifrån bedömningen att grundvattenmagasinet karaktäriseras av en av berg uppsplittrad akvifer med måttliga permeabilitetsvärden torde det vara svårt att uppnå en sådan uttagskapacitet. Det är rimligt att anta att den lägre delen av kapacitetsspannet 5–25 l/s gäller för området, se figur 36.

GRUNDVATTNETS KEMI

Grundvattnets kemi i allmänhet

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

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

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

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

Sulfatjoner som tillförs grundvatten från nederbörden har både mänskligt och marint ursprung. Riktigt höga halter i grundvatten har dock i allmänhet geologiskt ursprung och bildas genom oxidation av sulfider. I Mälarregionen ger dränering av gyttejeler 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 sidan 49 och framåt, där frågan om salt grundvatten berörs närmare.

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

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

Kemiska analyser av grundvattnet

Resultatet av grundvattenanalyserna i ett urval observationsrör redovisas i tabell 4 på sidan 57. Provtagning har skett i samband med SGUs etablering av grundvattenrör i kommunen.

Proverna på grundvattnet är uttagna efter en omsättning av 200–500 liter i samband med borrning för etablering av grundvattenrör i jord. Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten visas i tabell 1 på sidan 24. Nedan följer vissa kommentarer grundade på SGUs analysresultat samt några analyser hämtade från tidigare utförda konsultarbeten i kommunen.

Grundvattnet i Norsborgsmagasinet kan beskrivas som medelhårt till hårt. Den högsta kloridhalten mättes 28 m under markytan och uppgick där till 36 mg/l. Vid borrning Rb 9401 uppmättes kloridhalten på 36 m djup till ca 25 mg/l. Skiftande och lokalt höga järnhalter kan förekomma men för övrigt bedöms grundvattnet vara av god kvalitet (Stockholm Vatten m.fl. 1996). Grundvattnets innehåll av fluorid har en kariesförebyggande effekt.

Norsborgsakviferen sträcker sig ut under Mälaren. En hydraulisk kontakt med åsakviferen vid Sandudden i Ekerö kommun kan inte uteslutas. Efter stora och långvariga uttag vid den f.d. dricksvattentäkten på Sandudden ökade klorid, hårdhet, järn, mangan och sulfat. Under en provpumpning med 41–43 l/s ökade hårdheten till 19° dH och sulfathalten till 110 mg/l. Efter det att energiutvinningen startade 1984 och med ett medeluttag på 45 l/s ökade kloridhalten till 990–1 200 mg/l (Stockholm Vatten m.fl. 1996). En vattentäkt med mycket stora grundvattenuttag i Norsborgsakviferen skulle till viss grad kunna uppvisa liknande utveckling även om grundvattenkvaliteten idag bedöms som god. Konstgjord grundvattenbildning i området kring Golväng skulle minska risken för en sådan utveckling.

Akviferer i anslutning till Albysjön och Tullingesjön löper också risk för påverkan av relik saltvatten. Vid vattentäkten i Tullinge har kloridhalten ökat med ökade vattenuttag, och vid borrningar ned till ca 50 m djup vid Fittja industriområde har mycket höga kloridhalter noterats. På denna nivå befanns kloridhalten uppgå till mer än 3 200 mg/l. Även hårdheten var på djupet av akviferen mycket hög (Viak 1981).

Norra Bornsjöns åsakvifer präglas av ett medelhårt grundvatten med låga kloridhalter och höga järnhalter (Stockholm Vatten m.fl. 1996). Vidare har vattnet hög halt av aggressiv kolsyra och liknar ur kemiskt hänseende det vatten som finns i Bornsjön till skillnad från en något annorlunda vattenkvalitet som går att finna i sjön Aspen (Bosander & Hellzenius 1972).

Grundvattnets kemiska beskaffenhet i Bornsjöns södra magasin karaktäriseras av ett neutralt pH. Det är ett väl buffrat och medelhårt vatten. Höga järnhalter förekommer. Vid Botvids källa i Salems kommun, där en del av akviferens vatten mynnar ut i Bornsjön, är analysvärdena likartade (Stockholm Vatten m.fl. 1996). Vid källan kan man iaktta en kraftig järnutfällning, vilket tyder på att stora delar av järninnehållet kan fällas ut i samband med luftning. Någon påverkan av relik saltvatten bedöms inte föreligga i denna del av Uppsalaåsen.

Värderingen av grundvattenkvaliteten i Bornsjöns södra magasin baseras på vattenkvaliteten i Botvids källa och analyser från 20–35 m under markytan i borrning R9501 (Stockholm Vatten m.fl. 1996) vid Nedre Söderby nära Bornsjön.

SGUs provtagning i grundvattenmagasinet vid grustaget vid Uttran visar en något hög sulfathalt (90,1 mg/l), nära gränsen för teknisk anmärkning. Vattnet kan beskrivas som medelhårt och det har en låg kloridhalt (11 mg/l). Även järnhalten var låg vid provtagningstillfället.

Segersjö, som tillhör samma magasin, har en naturligt låg kloridhalt men har besvärats av förhöjda klorid- och järnhalter. Under perioden 1979–1987 noterades en variation i råvattnets järninnehåll från <0,1 mg/l till 3,1 mg/l. Ibland har råvattnet haft en svag lukt av svavelväte. Vattnet bedöms vidare som medelhårt till hårt (AIB 1990). De höga järnhalterna har åtgärdats i en s.k. vyredoxanläggning. Kloridhalten anses förorsakad av mänsklig påverkan då det i samband med tidigare provpumpning och djupa borrningar ner till 50 m djup inte funnits några förhöjda kloridhalter. Sedan provpumpningen på 1950-talet har sulfathalt och hårdhet ökat något. Alkaliniteten har varit stabil på en nivå runt 60 mg/l (Rudqvist 1997).

Grundvattenkvaliteten vid Trollsjön befanns vid en provpumpning år 1966 vara mindre god. Bland annat märktes ett tämligen högt färgtal jämte höga värden för järn och aggressiv kolsyra (AIB 1990).

Grundvatten i anslutning till Malmsjöns norra strand med en kloridhalt på ca 40 mg/l kan tyda på en svag påverkan av t.ex. vägsalt. Vattnet är neutralt, måttlig buffrat och medelhårt men har hög järnhalt.

I samband med SGUs provtagning av grundvattnet i sjön Axarens närhet (SGU Ro4060) noterades ett något högt färgtal. Vidare märktes en hög järnhalt. Järnet kan till stor del fällas ut genom luftning av råvattnet.

Grundvattnet vid Saltnäs (brunn SYVAB B7301) är mjukt. Kloridhalten uppgår till normala 22 mg/l, ett värde som tyder på att infiltration av havsvatten inte förelåg vid provtagningstillfället (Alcontrol 2003).

Grundvattnet i Pålamalms mellersta magasin kan beskrivas som ett vatten av hög kvalitet. Det är mjukt till medelhårt med låga kloridhalter. Järnhalten kan vara hög vilket i synnerhet märkts i brunn 7006 i den norra delen av magasinet (4–5 mg/l). I den södra delen av det mellersta magasinet (Rb 6307, Rb9201) uppgår järnhalten till 0,2–1,0 mg/l. Järnhalterna reduceras genom återinfiltration av råvatten i det södra magasinet (VBB Viak 1996). De höga järnhalterna kan härröra från grundvatten som är påverkat av organogent material i magasinets östra del.

Vid Tullinge grundvattentäkt kan en hög manganhalt och tidvis höga järnhalter noteras. I ett för övrigt bra råvatten har man noterat ökade kloridhalter i samband med höga vattenuttag. Vid sådana blandas grundvatten från norr och söder samt ett inslag av inducerat ytvatten från Tullingesjön.

SALT GRUNDVATTEN

Förekomsten av salt grundvatten

Salt grundvatten kan ha olika ursprung. Inträngning från hav eller kvarvarande relik saltvatten är vanliga orsaker till höga kloridhalter. I vissa fall kan det emellertid röra sig om mänsklig påverkan – vägsalt, soptippar m.m. – vid markytan.

Mälaren övergick sent i den geologiska historien från att vara en salt havsvik till en sötvattenssjö. I åsakviferer i låg terräng i anslutning till Mälaren kan mycket höga salthalter påträffas. Smakgränsen ligger på 300 mg/l Cl. Vid Fittja industriområde (Viak 1981) uppgick kloridhalten till 760 mg/l på 30 meters djup. På 50 meters djup under markytan uppmättes så höga halter som 3 200 mg/l Cl. Det relikta saltet utgör ett hinder för att ta ut stora grundvattenvolymer av godtagbar dricksvattenkvalitet. Med konstgjord grundvattenbildning underlättas ett större råvattenuttag av god kvalitet.

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 är vanligen relik och härrör från mer eller mindre stora djup under brunnsområdet.

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

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

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

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

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

Dessa värden får inte ses som största tillåtna borrhdjup utan som relativa mått på risken att erhålla ett salt grundvatten. Detta beror på att en brunn inte måste nå ända ner till saltvattengränsen för att den ska kunna bli påverkad av det salta grundvattnet. Orsaken är att även om gränsen mellan sött och salt grundvatten ligger djupt ner, så har det salta vattnet en trycknivå som ligger avsevärt mycket högre. Detta förhållande illustreras i figurerna 41 och 42.

Om gränsen till det salta grundvattnet ligger 300 m under grundvattennivån (den söta) och salthalten motsvarar havens salthalt, så innebär de hydrauliska tryckförhållandena att det salta vattnets trycknivå inte ligger på 300 m djup utan endast ca 7 m lägre än grundvattennivån. Detta medför att salt grundvatten i många fall kan trycka upp i en brunn som endast via sprickor når ner till saltvattengränsen, om man genom pumpning dränerar ut sötvattnet i sprickorna, se figur 43. I de flesta fall får man

emellertid inte ett "rent" saltvatten utan tillförsel av ytterligare vatten från en mycket oregelbunden sprickighet som kan ge vilka blandningsförhållanden som helst. Det är ju inte heller så att det salta grundvatten man får upp vid pumpning i brunnar alltid har en viss bestämd salthalt.

Åtgärder mot salt grundvatten

För att minska risken för salt grundvatten vid brunnsborrning bör man anlägga en så grund brunn som möjligt oavsett om den anläggs i jord eller berg. Vad det gäller större anläggningar kan konstgjord grundvattenbildning minska risken för att dra på sig salt grundvatten. Nedan behandlas i första hand försiktighetsåtgärder i samband med anläggandet av brunn i berg.

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.

Det är ofta bättre att borra "gradade" borrhål, dvs. med en avvikelse av 15–30 grader från vertikalplanet, och att inte borra djupare än högst 40–50 m än att borra vertikala och djupa brunnar. Har man inte fått tillräckligt med vatten på detta djup är det i allmänhet bättre att avbryta borrningen och genomföra en hydraulisk tryckbehandling av borrhålet än att borra djupare. Tryckbehandlingen

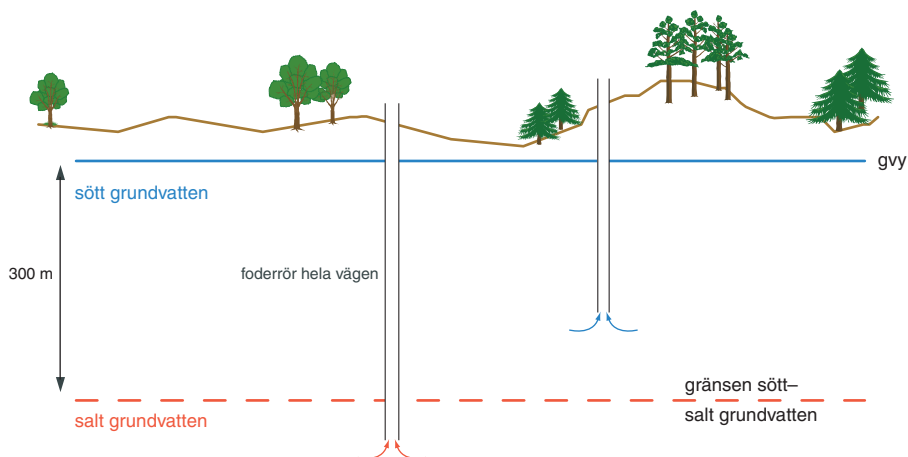


Fig. 41. Båda brunnarna utgörs av stålrör, där vattnet kommer in endast underifrån. Den högra brunnen får in sött vatten – vattennivån i brunnen blir densamma som omgivande grundvattennivå. In i den vänstra brunnen kommer bara salt grundvatten från drygt 300 m djup. I den senare kommer nivån att bli lägre. Se även figur 42.

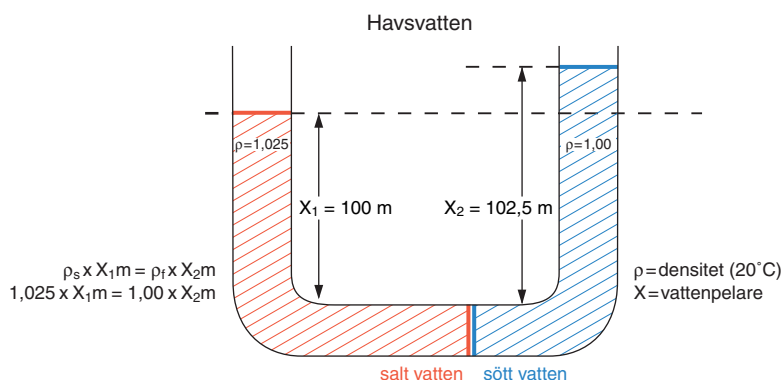


Fig. 42. Enligt principen om kommunicerande kärl balanseras en 102,5 m pelare med sött vatten av en 100 m pelare med salt vatten (3,5 %).

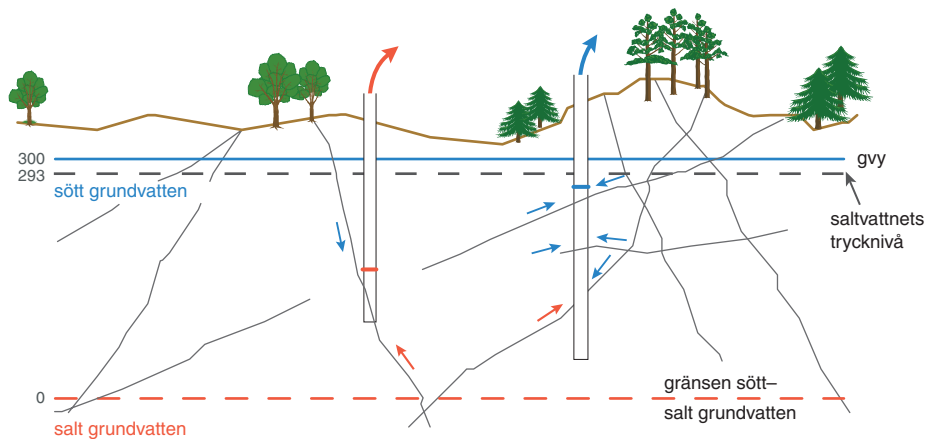


Fig. 43. Brunnen till vänster får vatten från i huvudsak en, dåligt vattenförande, spricka. Den övre delen av sprickan töms efter en tid på sitt söta vatten. Via den undre delen av sprickan trycks det salta vattnet upp utan att sina. Brunnen ger vatten med hög salthalt. Brunnen till höger får vatten 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.

innebär att vatten pressas ner i borrhålet med så högt tryck att befintliga, små sprickor kan vidgas och spoleras rena och t.o.m. att nya sprickor kan bildas.

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

Har mycket salt grundvatten påträffats och risken kan bedömas vara stor att närliggande brunnar skadas kan det bli nödvändigt att med cement gjuta igen det salta borrhålet. Detta måste då ske på ett särskilt sätt. Borrhålet måste med hjälp av bl.a. en tillräckligt lång slang gjudas 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 borrhning av en brunn i ett område med risk för salt grundvatten, måste man vara mycket försiktig även när man pumpar vatten ur brunnen. Ju mer man pumpar desto större blir risken för att man får in salt grundvatten i brunnen. Risken hänger i första hand ihop med hur mycket grundvattennivån sänks i brunnen. Detta kan man mäta med ett s.k. kabelljuslod, vilket fungerar så att en lampa tänds när lodet kommer i kontakt med grundvattenytan nere i brunnen. Från pumpstart kan man följa hur mycket vattnet sjunker i brunnen allt eftersom pumpningen fortgår.

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

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

Brunnar som fått in salt grundvatten förblir oftast salta, men det finns flera exempel på att vattnet i en brunn som blivit salt åter kan bli sött om man minskar vattenuttaget tillräckligt mycket. Brunnen

bör då stå orörd en längre tid (kanske ett par månader), så att den ursprungliga skiktningen av sött och salt grundvatten kan återställas, innan den börjar pumpas igen men då med ett betydligt mindre vattenuttag.

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

Föreligger risk för relik saltvatten i jordlagren gäller även här att göra en grund brunn och vara försiktig med uttagsmängden.

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

DOKUMENTATION AV BORRNINGAR OCH KEMISKA ANALYSER

Nedan redogörs för ett urval lagerföljder, permeabilitetsbestämningar samt kemiska analyser väsentliga för denna beskrivning. För fullständig digital dokumentation av SGUs hydrogeologiska undersökningar i kommunen hänvisas till SGUs databaser.

Tabell 2. Lagerföljdsuppgifter från Botkyrka kommun. SGU id = unik identitet i SGUs databaser. Orig. id = SGUs beteckning i fält eller beteckning vid tidigare undersökning.

SGU id	Orig.id	x	y	Plats	Obs.typ	från m	till m	jordart
Norsborg								
RSG2004122008	R 04048	6571896	1612390	Sturehov	spets	0	13	lera
						13	14	lera/finsand
						14	15	finsand
						15	16	finsand/mellansand
						16	23	mellansand
						23	29,5	mellansand/grovsand
						29,2	39,5	stenig, grusig sand
39,5	40	morän						
RSG2004122007	S 04047	6571970	1612177	Sturehov	sondering	0	19	lera
						19	19,1	sand
						19,1	20,7	lera
						20,7	23	växl.lera - sand
						23	37,7	sand
						37,7	38,4	morän
EEK2003051601	Rb 9401	6571751	1612577	Norsborg	spets	0	6,5	lera
						6,5	15	lerig sandig silt
						15	17	siltig sand
						17	28	grusig siltig sand
						28	36,5	sandigt grus
LAM2005082906	Rb 9402	6571250	1612745	Norsborg	spets	0	5	grusig sand
						5	6	ngt grusig sand
						6	15,5	sandigt grus
						15,5	16,7	grusig morän
Norra och Södra Bornsjömagasinen								
EEK2003051616	Rb 9501	6567685	1612763	Nedre Söderby	spets	0	3	stenig grusig sand
						3	4,5	lera
						4,5	6	sand
						6	22,5	grusig sand
						22,5	29	sandigt grus
						29	38	grusig sand
						38	40	grusig morän
RSG2004122002	R 04042	6570098	1612590	Bornsjön	spets	0	3	sand
						3	9	lerig silt
						9	16,5	grusig sand
						16,5	21,4	stenig, grusig sand
LAM2005082908	Rb 8503	6568880	1613140	Lindhov	spets	0	0,3	matjord
						0,3	2	torrskorpelera
						2	4	lera
						4	12	lerig silt
						12	15	sandig silt
						15	16,3	siltig finsand
						16,3	17,3	grusig sand

SGU id	Orig.id	x	y	Plats	Obs.typ	från m	till m	jordart
RSG2004122001	R 04041	6568476	1612801	Bornsjön	spets	0	1	sand
						1	7,5	silt
						7,5	11	grusig, stenig sand
						11	14,6	silt
						14,6	20	sand
						20	22	grusig, stenig sand
						22	33	sand
						33	41,2	grusig, stenig sand

Segersjö

RSG2004122003	R 04043	6566218	1613915	Uttran	spets	0	7	grusig sand
						7	11	sandigt fingrus
						11	15	grovsand/mellansand
						15	17	grovsand
						17	21	grusig grovsand
						21	25	grusig, stenig sand
						25	26,7	morän
LAM2005090102	Rb 9704	6563750	1615200	Segersjö	spets	0	7,7	sandigt grus
TPN2003082709	Rb9104	6565281	1614634	Segersjö	spets	0	3	siltig sand
						3	9	grusig sand
						9	12	ngt sandigt grus
						12	15	sandigt grus
						15	18	ngt sandigt grus
						18	21	rör avslaget, ngt leraktigt
TPN2004051204	9705	6564721	1615116	Segersjö	spets	0	6	lera
						6	12	grovsiltig finsand
						12	14,3	grusig siltig morän
LAM2005072001	Rb 9001	6565487	1614406	Segersjö	spets	0	15	grusig sand
						15	22	grovsandigt fingrus
						22	32	sandigt grus
TPN2003082707	Rb 9103	6565580	1614126	Segersjö	spets	0	3	okänd
						3	9	siltig grusig sand
						9	15	lera
						15	18	finsandig silt
						18	21	finsand, insl av grovt
						21	35	sandigt grus
TPN2003082709	Rb9104	6565281	1614634	Segersjö	spets	0	3	siltig sand
						3	9	grusig sand
						9	12	ngt sandigt grus
						12	15	sandigt grus
						15	18	ngt sandigt grus
						18	21	rör avslaget, ngt leraktigt
TPN2004051203	9702	6564351	1615142	Kassmyra- sjön	spets	0	2	sand
						2	7	lera
						7	10	grusig sand
						10	24	sandigt grus
TPN2004051203	Rb 9702	6564351	1615142	Kassmyra	spets	0	2	sand
						2	7	lera
						7	10	grusig sand
						10	24	sandigt grus

Vårstad

TPN2003082713	R5701	6562170	1614230	Trollsjön	rörbrunn	0	4	moigt sandigt grus
						4	7,6	sandigt grus
						7,6	10,6	grus
						10,6	11,2	sandigt grus
						11,2	20	sandigt grovt grus
						20	26,3	ngt moigt, sandigt grus

SGU id	Orig.id	x	y	Plats	Obs.typ	från m	till m	jordart
RSG2004122009	R 04049	6561736	1614050	Vårsta	spets	0	8	mellansand/grovsand
						8	21	grovsand
						21	31	fingrus
						31	44,2	stenig, grusig sand

TPN2003082713	R5701	6562170	1614230	Vårsta	rörbrunn	0	4	moigt sandigt grus
						4	7,6	sandigt grus
						7,6	10,6	grus
						10,6	20	sandigt grus
						20	26,3	moigt sandigt grus

Saltnäs

LAM2005080802	B 7301	6553000	1610600	Saltnäs	spets	0	6,5	lera
						6,5	8,5	stenigt grus
						8,5	10	stenig grusig sand
						10	12	grusig sand
						12	13	sandigt grus
						13	20	grusig sand
						20	21	sandigt grus
						21	22	sand
						22	23,5	ngt grusig sand
						23,5	24	sand
						24	26	mo med lerränder
						26	27	mo
						27	30,5	sandig mo
						30,5	33	sandig mo ngt lera
						33	34	mjåla
						34	35	moig sand
						35	38,5	ngt moig sand
						38,5	40,5	ngt grusig o moig sand
						40,5	42	finsand, block

Rosenhill-Kärrhagen-Lilla Ström

RSG2004122206	S 04064	6560567	1615961	N. Axna- ren	sondering	0	5,7	lera
						5,7	5,9	sand/mo
						5,9	11	våxl. silt och lera
						11	15,7	sand
						15,7	24,8	stenig, grusig sand
RSG2004122203	R 04061	6555623	1614275	Kagg- hamra	sondering	0	3,3	lera
						3,3	4,3	finsand/mo
						4,3	13,5	lera
						13,5	13,8	morån
RSG2004122204	S 04062	6554807	1613768	Kagg- hamra	sondering	1	2	finsand / silt
						2	10,2	lera
						10,7	20,7	stenig, grusig sand
RSG2004122205	S 04063	6558998	1616106	Rosenhill	sondering	0	23	stenig, grusig sand
						23	25,5	mellansand/grovsand
						25,5	35	stenig, grusig sand

Tullinge

RSG2004122011	R 04051	6564765	1620050	Tullinge	spets	0	4	finsand
						4	5,5	lera
						5,5	10	silt/finsand
						10	30,8	sand

SGU id	Orig.id	x	y	Plats	Obs.typ	från m	till m	jordart
RSG2004122101	S 04053	6563846	1620352	Tullinge	sondering	0	2	torrskorpelera
						2	4	lera
						4	11	silt/finsand
						11	24	finsand/mellansand
						24	29	stenig, grusig sand
						29	29,5	morän
Pålamalmsmagasinen								
RSG2004122103	R 04055	6561838	1620966	Pålamalm	spets	0	3	mellansand
						3	4	lerig silt
						4	5	lera
						5	6	lerig silt
						6	7	mellansand
						7	10	mellansand/grovsand
						10	19	grovsand/fingrus
						19	30	grovsand
						30	40,2	stenig, grusig sand
						40,2	40,7	morän
RSG2004122104	R 04056	6561036	1621008	Pålamalm	spets	0	3	lerblandad sand
						3	4	lera
						4	5	lerblandad sand
						5	11	finsand/mellansand
						11	15	mellansand/grovsand
						15	31,3	grusig, stenig sand
RSG2004122105	S 04057	6557887	1620825	Pålamalm	sondering	0	2	silt/finsand
						2	6,7	siltig finsand
						6,7	7,3	morän
RSG2004122106	R 04058	6557914	1620881	Pålamalm	spets	0	3	silt
						3	7,5	finsand
						7,5	9	morän
						9	10,7	sandig morän
						10,7	11	morän
RSG2004122201	S 04059	6559069	1620462	Pålamalm	sondering	0	4,7	sand
						4,7	5,7	lera
						5,7	30	sand
						30	32,7	stenig, grusig sand
EMT2004050514	Rb 9107	6561298	1621341	Pålamalm	spets	0	5	siltig sand
						5	9,6	siltig grusig sand
EMT2004050523	Rb 7006	6560841	1621440	Pålamalm	spets	0	1,8	mo
						1,8	3,8	sandig mo
						3,8	6,8	moig sand
						6,8	15,8	sand
						15,8	17,5	grusig sand
						17,5	22	sand
						22	22,4	grusig sand
						22,4	24,8	moig sand
						24,8	27,6	sand
						27,6	28	grusig, sandig morän
LAM2005090103	Rb 7106	6560780	1621640	Pålamalm	spets	0	0,5	fyllning
						0,5	2,9	torv, dy
						2,9	3,1	lergyttja
						3,1	4	moig mjäla
						4	8	finmo
						8	15,4	grovmo

Tabell 3. Permeabilitetsbestämningar i ett urval jordprover tagna i samband med etablering av grundvattenrör i Botkyrka kommun.

SGU id	Orig.id	x	y	Plats	från m	till m	Permeabilitet m/s	Porositet %
RSG2004122003	R04043	6566218	1613915	Uttran	17	19	$1,09 \times 10^{-3}$	18,4
RSG2004122008	R04048	6571896	1612390	Sturehov	25	27	$1,06 \times 10^{-3}$	22,2
RSG2004122009	R04049	6561736	1614050	Vårsta	11	13	$1,36 \times 10^{-3}$	21,1
RSG2004122202	R04060	6560167	1616135	Axaren	15	17	$4,02 \times 10^{-3}$	19,1

Beräknad permeabilitet enl. G. Gustafsson 1983.

Tabell 4. Resultat av analys av vattenprover tagna i samband med etablering av grundvattenrör i Botkyrka kommun.

SGU id		RSG 2004122003	RSG 2004122008	RSG 2004122008	RSG 2004122009	RSG 2004122009	RSG 2004122202
x		6566218	6571896	6571896	6561736	6561736	6560167
y		1613915	1612390	1612390	1614050	1614050	1616135
Rör/Plats		R 04043	R 04048	R 04048	R 04049	R 04049	R 04060
Kommun		Botkyrka	Botkyrka	Botkyrka	Botkyrka	Botkyrka	Botkyrka
Provdatum		5/6/2004	5/10/2004	5/11/2004	5/10/2004	5/11/2004	6/1/2004
Omsättnings- volym	m3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Nivå		18–19 m	18–19 m	28–29 m	30–31 m	22–23 m	21 m
Färgtal	mg/l Pt	<5	<5	<5	15	30	30
Turbiditet	FNU	0,18	0,11	0,05	12	12	3,8
Bottensats storlek							
Lukt styrka		B	A	A	A	A	A
pH		7,4	8,1	8,1	7,4	7,4	6,8
Lednförmåga	mS/m	33,7	40,8	45,6	32,4	34,5	32,6
KMnO ₄ förbrukning	mg/l	<3,95	<3,95	<3,95	<3,95	<3,95	<3,95
NH ₄ -N	mg/l	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,06
NO ₃ -N	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
NO ₂ -N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002
PO ₄ -P	mg/l	0,007	0,006	0,007	0,058	0,013	<0,005
Alkalinitet, HCO ₃	mg/l	50	150	160	56	53	71
Cl	mg/l	11,7	19,3	33,5	39,4	43,2	36,7
SO ₄	mg/l	90,1	51,4	40,1	43,1	45,8	37,1
F	mg/l	0,52	0,62	0,63	0,29	0,24	0,43
Fe	mg/l	<0,02	<0,02	0,028	1,21	1,23	2,23
Mn	mg/l	0,038	0,135	0,097	31,5	0,031	0,125
Ca	mg/l	28,3	56,8	55,8	32,2	31,3	34,7
Mg	mg/l	8,24	7,98	8,95	6,66	6,62	5,03
Totalhårdhet	mg/l	42,1	70	70,7	42,9	42,1	42,9
CO ₂ -aggressiv	mg/l	5	<1,0	<1,0			
K	mg/l	3,32	3,08	4,06	3,68	4,21	2,99
Na	mg/l	17,2	14,1	22,5	17,5	21,1	20,7
Al	mg/l	0,040	0,004	0,001	0,342	0,164	
Cu	µg/l	<7	<7	<7	<7	<7	<0,1
Fe efter luftning och filtrering	mg/l	-	-	-	-	-	0,171

BASDATA

De digitala basdata som denna beskrivning bygger på finns tillgänglig i SGUs databaser. Data är lagrade i RT90 2,5 gon V. Övriga data med anknytning till kartan över grundvattentillgångar finns tillgängliga på SGU och utgörs bland annat av

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

REFERENSER, LITTERATUR OCH GRUNDVATTENKARTOR

Referenser

- Baresel, C., 1999: *Unintentional induced infiltration of surface water in municipal wells of Stockholm*, 68 s.
- Bosander, J. & Hellzenius, U., 1972: *Hydrogeologisk undersökning i norra Botkyrka*. Examensarbete, 30 s.
- Engqvist, P. & Fogdestam, B., 1984: Hydrogeologisk karta över Stockholms län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 6*, 90 s.
- Engqvist, P. & Fogdestam, B., 1984: Beskrivning till hydrogeologisk karta över Stockholms län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 6*, 90 s.
- Gustafson, G., 1978: *Studies of the hydrogeology of subaqueous eskers*. Doktorsavhandling CTH. 125 s.
- Gustafson, G., 1983: Brunnsystem för värmelagring och värmeutvinning i akviferer. *BFR R39:1983*, 154 s.
- Laaksoharju, M., Smellie, J., Nilsson, A.-C. & Skärman, C., 1995: Groundwater sampling and chemical characterisation of the Laxemar deep borehole KLX02. *SKB Tec. Rep. 95-05*.
- Livsmedelsverket, 2001: Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. *Statens livsmedelsverks författningssamling, SLVFS 2001:30*, 33 s.
- Möller, H. & Stålhös, G., 1969a: Geologiska kartbladet Stockholm SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 4*.
- Möller, H. & Stålhös, G., 1969b: Beskrivning till geologiska kartbladet Stockholm SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 4*, 125 s.
- Nordberg, L. & Persson, G., 1979: *Vårt vatten – tillgång, utnyttjande*. LTs förlag, Stockholm, 143 s.
- Nurmi, P.A., Kukkonen, I.T. & Lahermo, P.W., 1998: Geochemistry and origin of saline groundwaters in the Fennoscandian Shield. *Journal of Applied Geochemistry* 3, 185–203.
- Orrje, 1958: *Redogörelse för förberedande undersökning för större vattentäkt vid Tullinge, Botkyrka kommun*. Konsultrapport, 19 s.
- Rudqvist, D., 1997: *Hydrogeologisk studie av kloridförening i Uppsalaåsen vid Segersjövattentäkten, Botkyrka kommun*, 65 s.
- Persson, L., 2001: Berggrundskarta 10I Stockholm. *Sveriges geologiska undersökning Ba 60*.
- Stålhös, G., 1968: Stockholmstraktens berggrund. *Sveriges geologiska undersökning Ba 24*.
- Stålhös, G., 1968: Beskrivning till Stockholmstraktens berggrund. *Sveriges geologiska undersökning Ba 24*, 190 s.
- Vattenfall, 1991: Scientific Summary Report of the Deep Gas Drilling Project in the Siljan Ring Impact Structure. *Swedish State Power Board, U(G) 1991/14*, 257 s.

Konsultutredningar

- AIB, 1976: Geologisk-geoteknisk utredning för Bovallen–Hästmossen, Botkyrka kommun. Konsultrapport, 7 s.
- AIB, 1991: Skydd av Tullinge vattentäkt, Tillrinningsområde, Hotbild samt förslag till nya skyddsområdesgränser. Konsultrapport, 16 s.
- AIB, 1990: Utredning angående ökat vattenuttag vid Segersjö vattentäkt i Botkyrka kommun. Konsultrapport.
- AIB, 1992: Vattentillgångar i Botkyrka kommun. Konsultrapport, 35 s.
- Bergab, 2002: Botkyrka kommun, Riskanalys för grundvatten, Granskningsutgåva, 10 s.
- Marktema, 2002: Riksten, Teknisk PM angående vattenhantering för planerad bebyggelse vid Fr8/Riksten. Konsultrapport, 21 s.
- Scandiaconsult, 1982: Grus och grundvattenutredning vid Hamra grustäkt, Botkyrka kommun. Konsultrapport, 13 s.
- Stockholm Vatten, Norrvatten, J&W, KTH, VBB Viak, 1996: Storstockholms framtida vattenförsörjning, Undersökning av möjligheterna till konstgjord grundvattenbildning, Etapp 1, 188 s.
- VA Ingenjörerna, 1996: Botkyrka kommun, Tullinge vattentäkt.
- VBB Viak, 1991: Specialstudie av grundvattenförhållanden i isälvsavlagringarna kring grustäkten, vattentäkten och Trollsjön, 5 s.
- VBB Viak, 1996: Geohydrologisk beskrivning av Pålalm, 9 s.
- Viak, 1981: Grundvattenvärme vid Södertörns fjärrvärmeverk, Rörborring, 3 s.
- Viak, 1985: Geohydrologisk utredning angående förhållandena mellan sjöarna Aspen och Bornsjön, 4 s.
- Viak, 1991: Salem, Söderby gärde, Grundvatten- och sättningsövervakning, 2 s.

Övriga sammanställningar av hydrogeologiska data insamlade i samband med karteringen och till vilka refereras i texten

- Syvaab, 1973: Sammanställning av jordlagerföljd i samband med borrning av brunn 7301.
- Alcontrol, 2003: Analys av grundvatten vid SYVABs brunn B7301.

Allmän litteratur

- Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995: Grundvattnets kemi i Sverige. *Statens naturvårdsverk. Rapport 4415*, 52 s.
- Agerstrand, T., 1973: Praktisk geohydrologi. I P. Brink, T. Cewé, E. Olerud, C. Ramel, H. Sjörs & M. Falkenmark (red.): *Vattenmiljön. Praktisk miljökunskap*. Natur och Kultur, Stockholm, 53–80.
- Andersson, A.C., Andersson, O. & Gustafson, G., 1984: Brunnar: undersökning – dimensionering – borrning – drift. *Byggforskningsrådet R 42: 1984*, 260 s.
- Aven, S (huvudredaktör), 1984: *Handboken bygg, Geoteknik*. Liber förlag, 603 s.
- Bergström, S., 1993: *Sveriges hydrologi – grundläggande hydrologiska förhållanden*. SMHI, Norrköping, 138 s.
- Bertills, U., von Brömssen, U. & Sarr, M., 1989: Försurningsläget i enskilda vattentäkter i Sverige. *Statens naturvårdsverk. Rapport 3567*, 157 s.
- von Brömssen, U., 1968: *Grundvattenbildning i geologiskt olika terrängavsnitt: försök till bestämning av infiltrationskoefficienter*. Särtryck ur: Teknik Metod Analys. Stockholm, 33–110.
- Carlsson, A. & Olsson, T., 1977: Hydraulic properties of Swedish crystalline rocks. *The Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala, N.S. 7*, 71–84.
- Carlsson, L., 1970: Metoder för praktisk bestämning av grundvattnets strömningshastighet. *Chalmers tekniska högskola, Inst. för vattenförsörjnings- och avloppsteknik. Serie B 70:1*. Göteborg, 113 s.

- Carlsson, L. & Carlstedt, A., 1977: Estimation of transmissivity and permeability in Swedish bedrocks. *Nordic Hydrology* 8, 103–116.
- Carlsson, L. & Gustafsson, G., 1984: Provpumpning som geohydrologisk undersökningsmetodik. *Byggforskningsrådet R 41: 1984*, 124 s.
- De Geer, J., 1970: Några hydrogeologiska synpunkter på jordtäckets akviferer främst åsarnas. I E. Eriksson, Y. Gustafsson & K. Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedt & Söner förlag, Stockholm, 82–109.
- Djurberg, H. 1990: Grundvattenvärme, utvärdering Ekerö. *Byggforskningsrådet, Rapport R56:1990*, 56 s.
- Dressie, Z., 1987: Recharge and soil water studies using different models and methods. *Uppsala universitet. Naturgeografiska institutionen. Avdelningen för Hydrologi. Report Series A, Nos 2 and 39*, 93 s.
- 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, 1978, Papers of workshops*. Helsinki, 42–51.
- Fredén, C. (red.), 2002: *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas. Tredje uppl., 208 s.
- Frycklund, C., Jacks, G., Johansson, P.-O. & Lekander, K., 1994: Konstgjord grundvattenbildning – Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration. *VAV. VA-forsks rapportserie 1994–08*, 55 s.
- Granberg, G., 1934: Den kalendärt fixerade källdrickningen. *Folkminnen och folktankar* 21, 20–34, 56–75.
- Grip, H. & Rodhe, A., 1988: *Vattnets väg från regn till bäck*. Hallgren & Fallgren Studieförlag AB. Uppsala, 155 s.
- Gustafson, G., 1974: A method of calculating the hydraulic properties of esker aquifers. *Nordic Hydrologic Conference, Aalborg 1974*, 525–543.
- Gustafson, G., 1976: A method of calculating the hydraulic properties of leaky esker-aquifer systems. *Nordic Hydrologic Conference, Reykjavik 1976, IV* 47–64. Även i: *Nordic Hydrology* 8, 1977, 65–82.
- Gustafsson, Y., 1970: Topografins inverkan på grundvattenbildningen. I E. Eriksson, Y. Gustafsson & K. Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedt & Söner förlag, Stockholm, 15–33.
- Hanson, G., 2000: Konstgjord grundvattenbildning, 100-årig teknik inom svensk dricksvattenförsörjning. *VA-forsk rapport 2000–5*, 204 s.
- Hult, A., 1991: *Källan till vattnet*. Anders Hult & Gidlunds Bokförlag, Värnamo, 197 s.
- 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. 19 s.
- Johansson, P.-O., 1987: Spring discharge and aquifer characteristics in a sandy till area in southeastern Sweden. *Nordic Hydrology* 18, 203–220.
- Knutsson, G. & Morfeldt, C.-O., 1993: *Grundvatten, teori och tillämpning*. AB Svensk Byggtjänst, Solna, 304 s.
- Larsson, I., 1972: Groundwater in granite rocks and tectonic models. *Nordic Hydrology* 3, III–129.
- Larsson, I., 1977: Torra och vattenrika bergartstyper i svenskt urberg. *Vatten* 33.2, 96–101.
- Lerner, D.N., Issar, A.S. & Simmers, I., 1990: *Groundwater recharge. A guide to understanding and estimating natural recharge*. Internat. Assoc. of Hydrogeologists. Hannover, Heise. International contributions to hydrogeology Vol. 8, 345 s.
- Lindén, A., Melin, O. & Mellander, H., 1983: *Områden med anomal radioaktiv värmeproduktion i södra och mellersta Sverige*. Energiforskningsnämnden. Långsiktig energitillförsselforskning, 72 s.
- Lindman, E.-K. & Mattson, E., 1982: *Försurningens inverkan på korrosionen i vattenledningar av koppar*. Korrosionsinstitutet. Stockholm, 79 s.
- Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, T., 1991: *Sveriges geologi från urtid till nutid*. Studentlitteratur Lund, 398 s.

- Maxe, L. (red.), 1995: Effects of acidification on groundwater in Sweden. *Swedish Environmental Protection Agency. Report 4388*, 166 s.
- Naturvårdsverket, 1999: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Grundvatten. *Rapport 4915*, 140 s.
- Nordic Hydrological Programme, 1994: Salt groundwater in the Nordic countries. *NHP rapport 35*, 153 s.
- Pousette, J., 1994: Shallow groundwater in Sweden – a vulnerable resource. *Water Down Under '94, Preprints of Papers*, Volume 2 – Part B, 723–726. IEAust, Barton, Australia.
- Raab, B & Vedin, H. (temaredaktörer), 1994: *Klimat, sjöar och vattendrag*. Sveriges Nationalatlas. Första uppl., 176 s.
- Rodhe, A., 1987: The origin of streamwater traced by oxygen-18. Report *Series A, No 41, Division of Hydrology, Uppsala University*, 260 s.
- Samuelsson, M., 1983: Ytligt grundvatten – kemi och omsättning. En studie av källor i skogsmark. *Kungliga tekniska högskolan. Institutionen för kulturteknik. Meddelande TRITA-KUT 3023*, 54 s.
- Sandberg, B., 1982: *Korrosion på markförlagda konstruktioner – påverkan av markförsurning*. Korrosionsinstitutet, Stockholm, 36 s.
- Saxena, R. & Dressie, Z., 1983: Estimation of groundwater recharge and moisture movement in sandy formations by tracing natural O-18 and injected tritium profiles in the unsaturated zone. I: *Isotope hydrology (Proceedings of Symposium in Vienna, 1983)*, IAEA, Vienna, 139–150.
- SGU, 1994: Grundvattnet i Sverige. *Sveriges geologiska undersökning Ah 17*, 20 s.
- Statens livsmedelsverk & Sveriges geologiska undersökning, 1992: *Ditt viktigaste livsmedel, Information om brunnar och grundvatten från Sveriges geologiska undersökning och Statens livsmedelsverk*. Informationsbroschyr, 11 s.
- Statens offentliga utredningar, 1994: Reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar. Delbetänkande av Grundvattenutredningen. *SOU 1994:97*, 130 s.
- Sundlöf, B. & Kronqvist, L., 1992: Konstgjord grundvattenbildning. *Va-forsks rapportserie 1992–13*, 53 s.
- Svenska vatten- och avloppsföreningen, 1997: Skydd av vattentäkter. *Meddelanden, VAV M98*, 57 s.
- Tekniska nomenklaturcentralen, 1970: Vattenordlista 2. *TNC 45*. Uppsala, 77 s.
- Tekniska nomenklaturcentralen, 1988: Geologisk ordlista. *TNC 86*. Stockholm, 482 s.
- UNESCO, 1983: International legend for hydrogeological maps. UNESCO, Paris, 51 s.
- Wahren, H. (Projektledare), 1997: Riskhandbok för dricksvattenförsörjning. Livsmedelsverket 1997, 197 s.
- Winqvist, G., 1953: Groundwater in Swedish Eskers. *Kungliga tekniska högskolans handlingar 61*, 91 s.

SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel

Nr

8. Skånes större grundvattentillgångar. 1977.
9. Grundvattentillgångar i Sverige. 1977.
10. Vattnet och bebyggelsen. 1978.
12. Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. (Med hydrogeologisk karta i skala 1:100 000 samt sex planscher). 1979
17. Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand–bentonitskikt. 1980.
21. Groundwater-level fluctuations as a measure of the effective porosity and groundwater recharge. 1980.
27. Intruded and relict groundwater of marine origin. SWIM -81. 1981.
30. Radon – geological aspects of an environmental problem. 1982.
37. Geokemisk kartering. 1984.
39. Salt grundvatten i Sverige. 1985.
42. Geokemisk kartering. Bäcktorv. 1985.
43. Grundvattennätet. Svenskt vattenarkiv. 1985.

44. Grundvattenkvalitet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
57. Karbonat i jord. Del 4. Försurning i äldre sedimentlagerföljder med anknytning till och i jämförelse med nutid. 1990.
75. Biogeokemiska kartan 8–10, G–J och 11–12, H–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1993.
81. Markgeokemiska kartan 7–9, D–H. (Kartor med beskrivning över ett tjugotal huvudelement och spårämnen.) 1995.
86. Miljögeologi. Kartor för samhällsplanerare och miljövårdare. Exempel från Mittnordenområdet. 1996.
87. 14th Salt Water Intrusion Meeting, Malmö, SWIM -96. 1996.
99. Grundvattnets tillstånd i Sverige. Årsskrift från miljöövervakningen 1999.
114. Fördjupad utvärdering 2003, Grundvatten av god kvalitet
115. Identifiering av geologiska formationer av nationell betydelse för vattenförsörjningen.

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. Norrköping NV
8. Eskilstuna NO
9. Linköping NO
10. Östergötlands sedimentära berggrund (skala 1:100 000)
11. Eskilstuna NV
12. Köping NO
13. Malmö NV
14. Helsingborg SV
15. Höganäs NO/Helsingborg NV

SGU serie Ah, grundvattenkartor, län, i skala 1:250 000

Nr

1. Kalmar län
2. Västmanlands län
3. Gotlands län
4. Blekinge län
5. Uppsala län
6. Stockholms län
7. Södermanlands län
8. Hallands län
9. Skaraborgs län
10. Kronobergs län
11. Jönköpings län
12. Göteborgs och Bohus län
13. Älvsborgs län
14. Östergötlands län

15. Skåne län
16. Gävleborgs län
17. Grundvattnet i Sverige (skala 1:1 miljon)
18. Dalarnas län
19. Värmlands län
20. Örebro län
21. Jämtlands län)
22. Västerbottens län
23. Västernorrlands län
24. Norrbottens län

SGU serie An

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

- | | |
|--------|-------------------|
| Nr. 2 | Hässleholm |
| Nr. 3 | Strängnäs |
| Nr. 4 | Upplands-Bro |
| Nr. 6 | Söderhamn |
| Nr. 7 | Katrineholm |
| Nr. 8 | Karlstad |
| Nr. 9 | Laxå |
| Nr. 10 | Norrköping |
| Nr. 11 | Linköping (karta) |
| Nr. 12 | Nynäshamn |
| Nr. 13 | Bollnäs |
| Nr. 14 | Höganäs |

SGU serie K

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

- | | |
|------|----------------------------|
| K44 | Umeå |
| K49 | Västerås-Hallstahammar |
| K50 | Kristinehamn |
| K62 | Örkelljunga |
| K63 | Mölndal |
| K69 | Sigtuna (karta) |
| K 78 | Ekerö |
| K82 | Halmstad (karta) |
| K83 | Köping |
| K88 | Eskilstuna–Kungsör (karta) |
| K89 | Helsingborg (karta) |
| K90 | Båstad (karta) |
| K91 | Heby (karta) |
| K92 | Botkyrka |
| K102 | Kävlinge (karta) |
| K104 | Landskrona (karta) |

Dessutom finns följande kartdatabaser tillgängliga:

Alingsås
Burlöv
Enköping
Göteborg
Haninge
Håbo
Härryda
Klippan

Kumla
Laholm
Lerum
Lomma
Lund
Malmö
Norrtälje
Partille

Staffanstorp
Stockholm
Södertälje
Uddevalla
Vargårda
Åstorp
Ängelholm
Örebro