

Beskrivning till karta över grundvattenförekomster i
Umeå kommun

Torbjörn Wikner



K 44

Beskrivning till karta över grundvattenförekomster i
Umeå kommun

Torbjörn Wikner

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-637-7

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

Närmare upplysningar erhålls genom

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

Omslagsbild: Vindelälvsåsen är genombruten av Umeälven vid Backens kyrka. Isälvsavlagringarna i Umeå kommun innehåller stora grundvattenmängder. Foto: Torbjörn Wikner

© Sveriges geologiska undersökning 2006

Layout: Jeanette Bergman Weihed, SGU

FÖRORD

Kartan över grundvattenförekomsterna i Umeå kommun är en av en serie kommuninriktade grundvattenkartor som framställs av Sveriges geologiska undersökning, SGU. Kartan är framtagen i nära samarbete med Umeå kommun.

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

Den föreliggande kartan över grundvattenförekomsterna i Umeå kommun är digitalt framställd i MapInfo. (Data är tillgängliga även i ArcInfo.) Informationen är inlagrad i databasen med en noggrannhet som huvudsakligen är avsedd att passa en framställning i skala 1:50 000. Framställningar av analoga kartor över hela eller delar av kommunen från kartdatabasen kan göras i såväl större som mindre skala, vilket emellertid kräver insikt i att noggrannheten inte alltid överensstämmer med den förändrade kartskalen. Koordinater i denna text anges i rikets nät, RT90.

Bedömningarna av grundvattenförekomster i de kvartära avlagringarna, i första hand sand- och grusavlagringarna, har grundats på de hydrogeologiska fältarbeten som utförts inom ramen för SGUs grundvattenundersökningar i Umeå kommun. Dessa har innefattat geofysiska mätningar med georadar och seismik samt sonderingsborrningar och drivning av observationströr. Utgångspunkt för arbetena har varit jordartskartan över Västerbottens län i skala 1:300 000, serie Ca 26, och berggrundskartan över Västerbotten län i skala 1:400 000, serie Ca 37, samt jordartskartorna i skala 1:100 000 Ak 4, Ak 5, Ak 6 och Ak 19, och berggrundskartorna i skala 1:50 000 Ai 12, Ai 37, Ai 38, Ai 39, Ai 40, Ai 53 och Ai 55.

De undersökningar som utförts för kartläggningen av grundvattenförekomsterna i Umeå kommun har lett till kompletterande kunskaper om grundvattenförhållandena. Det gäller t.ex. grundvattnets strömningsriktningar, vattenförande lagers mäktighet, förekomst av källor m.m. Arbetena med kartan har även inneburit en säkrare kvantifiering av grundvattentillgångarna och grundvattenmagasinen bl.a. genom utförda geofysiska mätningar och borrningar. De geofysiska arbetena har omfattat seismik och georadarmätningar. I samband med borrningarna har jordprover och vattenprover tagits upp, som givit upplysningar om lagerföljder, grundvattennivåer och vattenkemiska förhållanden.

Textbidrag har lämnats av Bo Thunholm (grundvattennivåer och grundvattnets kemi i allmänhet), Bo Wällberg (metodbeskrivningar – georadar och seismik) och Magnus Åsman (metodbeskrivningar – Kriging och variogramanalys samt kartorna över kemiska parametrar). Akvareller har utförts av Elisabet Carlsson och Anna Jonsson. Seismogram och radargram har tagits fram av Bo Wällberg. Det digitala arbetet har letts av Magnus Åsman.

Kartläggningen genomfördes 1998–1999. De geofysiska arbetena har letts av Bo Wällberg och borrningarna av Roger Smedberg. I fältarbetena medverkade Barbro Aastrup, Magnus Bengtsson, Birger Fogdestam, Hedi Graeffe, Mattias Gustafsson, Anders Lundström, Carl-Fredrik Müllern, Sune Rurling och Leif Särnblad.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	8
Utförda arbeten	8
Resultat och slutsatser	10
Grundvattenförekomster utanför kommungränsen	12
Foton från undersökningarna	13
Allmänna förutsättningar	18
Naturresursen grundvatten	18
Vattnets kretslopp	19
Grundvattnet i och intill en grusås	20
Grundvattenbildning	20
Tidsmässiga variationer i grundvattennivåer	21
Årstidsvariationer	23
Dricksvatten	24
Inducerad infiltration	25
Konstgjort grundvatten	26
Översiktlig beskrivning av grundvattentillgångarna i Umeå kommun	27
Grundvatten i jordlagren	27
Umeälvsåsen	28
Vindelälvsåsen	28
Sävaråsen	29
Morän, svallsediment, älvsediment, havs- och sjösediment	30
Grundvatten i berggrunden	30
Större sprickzoner	34
Grundvattentillgångar i Umeälvsåsen	35
Hörnefors–Frängstorp	35
Frängstorp–Storheden	36
Grundvattentillgångar i Vindelälvsåsen	38
Stöcksjö–Umeälven vid Backen	38
Umeälven vid Backen–Kåddisheden–Hissjön	38
Hissjön–Haddingen	39
Haddingen–Rödåsel	41
Grundvattentillgångar i Sävaråsen	44
Sävarheden	44
Sävaråsen norr om Sävarheden	48
Sävaråsens förgreningar	48
Grundvattnets kemi	49
Grundvattnets kemi i allmänhet	49
Översikt över grundvattnets kemi i Umeå kommun	50
Kemiska analyser på grundvattnet	51

Salt grundvatten och motåtgärder	54
Förekomsten av salt grundvatten	54
Åtgärder mot salt grundvatten	55
Grundvattnets sårbarhet	57
Grundvattenpåverkan	57
Konsekvens- och riskanalys	57
Skydd av grundvattnet	57
Metodbeskrivningar	58
Georadar	58
Seismik	59
Kriging och variogramanalys	60
Dokumentation av geofysiska mätningar, borrhningar, inventerade brunnar, källor och kemiska analyser	63
Databasstruktur	81
Litteratur och grundvattenkartor	81
Allmän litteratur	81
Ej tryckta utredningar (Konsultrapporter)	85
SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel	89
Grundvattenkartor	89

SAMMANFATTNING

Utförda arbeten

De arbeten som genomförts i samband med kartläggningen av grundvattenförekomsterna i Umeå kommun har utförts i samråd med kommunen, som också delfinansierat projektet.

Arbetena har huvudsakligen inriktats på frågor om grundvattenmagasinens storlek och grundvattnets strömningsriktningar. För att utreda sådana frågor är det av största vikt att berggrundens ytformer och djup under sand- och grusavlagringarna beläggs. Höga berglägen kan antyda små grundvattenmagasin eller att sådana saknas. I vissa fall kan det även betyda att en grundvattendelare eller tröskel förekommer i ett grundvattensystem. Följaktligen antyder stora djup till berg att grundvattenmagasinet kan vara stort.

I områden med höga berglägen kan vissa grundvattenytor representera isolerade, mer eller mindre obetydliga hållkar. Sådana grundvattenytor faller ofta helt utanför ramen för vad som innebär rimliga gradienter för sammanhängande grundvattenytor i sand- och gruslager. Figur 1 visar en principbild över hur det kan se ut på djupet i en sand- och grusavlagring.

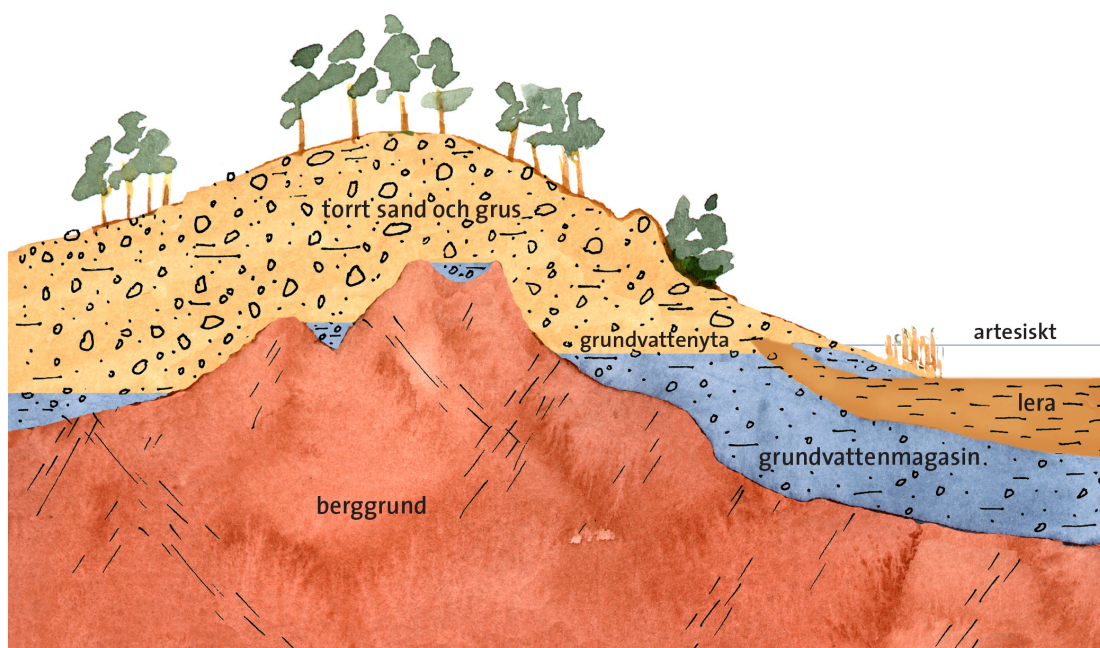


Fig. 1. Principbild över höga och låga berglägen – stora och små grundvattenmagasin i en grusavlagring. Lägga märke till hållkaren, de små grundvattensamlingarna, där bergläget är som högst. Illustration: Anna Jonsson.

Arbetet har haft sin utgångspunkt i SGUs jordarts- och berggrundskartor. Sammanfattningsvis har arbetet bestått av följande moment:

- Genomgång av äldre utredningar och arkivmaterial.
- Inventering av brunnar och äldre observationsrör.
- Inventering av kända källor samt uppletande av ytterligare källor.
- Georadarmätningar i 20 profiler med en sammanlagd längd av 3 500 m.
- Seismiska mätningar i 13 profiler med en sammanlagd längd av 4 700 m.
- Avvägning av georadar- och seismiska profiler.
- Sonderingsborrningar och drivning av observationsrör på 16 platser med en sammanlagd längd av 248 m.

- Provtagning av grundvattnet i 5 observationsrör och i en källa för kemisk analys.
- Inlagring i databaser av:
 - brunnsdata
 - georadar- och seismiska data.
 - borrhingsdata, även vissa äldre
 - grundvattennivådata
- Upprättande av kartdatabaser över:
 - grundvattentillgångar i berggrunden
 - grundvattentillgångar i jordlagren
 - större sprickzoner i berggrunden
 - strykings- och stupningsvärden på berggrundsstrukturer
 - grundvattnets strömningsriktningar
 - källor
- Sammanställning av dessa databaser med LMVs digitala topografiska karta (T5) till en karta över grundvattenförekomsterna i Umeå kommun
- Sammanställning av föreliggande beskrivning.

Brunns- och källinventeringar har främst utförts i anslutning till grundvattenförekomsterna i de tre i kommunen dominerande isälvsavlagringarna Umeälvsåsen, Vindelälvsåsen och Sävaråsen.

Geofysiska mätningar, sonderingsborrningar och drivning av observationsrör har främst genomförts inom tidigare inte undersökta åsavsnitt som bedömts vara intressanta för utvinning av större grundvattenmängder samt där tidigare undersökningar ansetts behöva kompletteras.

Jordprover och vattenprover för fysikalisk-kemisk analys har tagits i anslutning till rekognoseringsborrningar som utförts längs isälvsavlagringarna. Grundvattenprover för analys har i orienterande syfte tagits i sådana sand- och grusavlagringar som i dag inte utnyttjas, men som med avseende på deras potential skulle kunna utnyttjas i framtiden.

Vattenprovtagningen i observationsrören, som har en diameter på 50 millimeter, har skett med hjälp av en särskild pump, med vilken ett par tusen liter vatten omsatts innan proverna tagits. I flera rör har vattnet från olika djup analyserats på plats avseende järn- och kloridinnehåll.

Figurerna 3–16 visar fotografier från undersökningarna.

Resultat och slutsatser

De största grundvattentillgångarna inom Umeå kommun finns i isälvsavlagringarna där grundvattnet förekommer i sand- och gruslager, se figur 2. Vid större grundvattenuttag, med kraftigt avsänkt grundvattennivå, föreligger i förekommande fall risk för att sättningar kan uppstå i sidoområdenas siltiga och leriga sediment, vilket kan medföra skador på byggnader, vägar och liknande. Ett sådant riskområde är den breda Vindelälvsåsens ytterområde vid Forslunda med angränsande avlagringar av silt och lera österut i riktning mot Rödäng och Västerslätt.

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

Generellt kan sägas att endast en mindre del av tillgängliga grundvattenresurser i kommunen nyttjas idag. Betydande reserver finns i de tre stora isälvsavlagringarna i kommunen längs åspartier belägna i anslutning till eller skilda från redan exploaterade områden. Utanför kommungränsen finns möjligheter till grundvattenuttag av varierande storlek i alla tre åsstråken. De största resurserna är i första hand knutna till Umeälvsåsens och Vindelälvsåsens fortsättningar norrut.

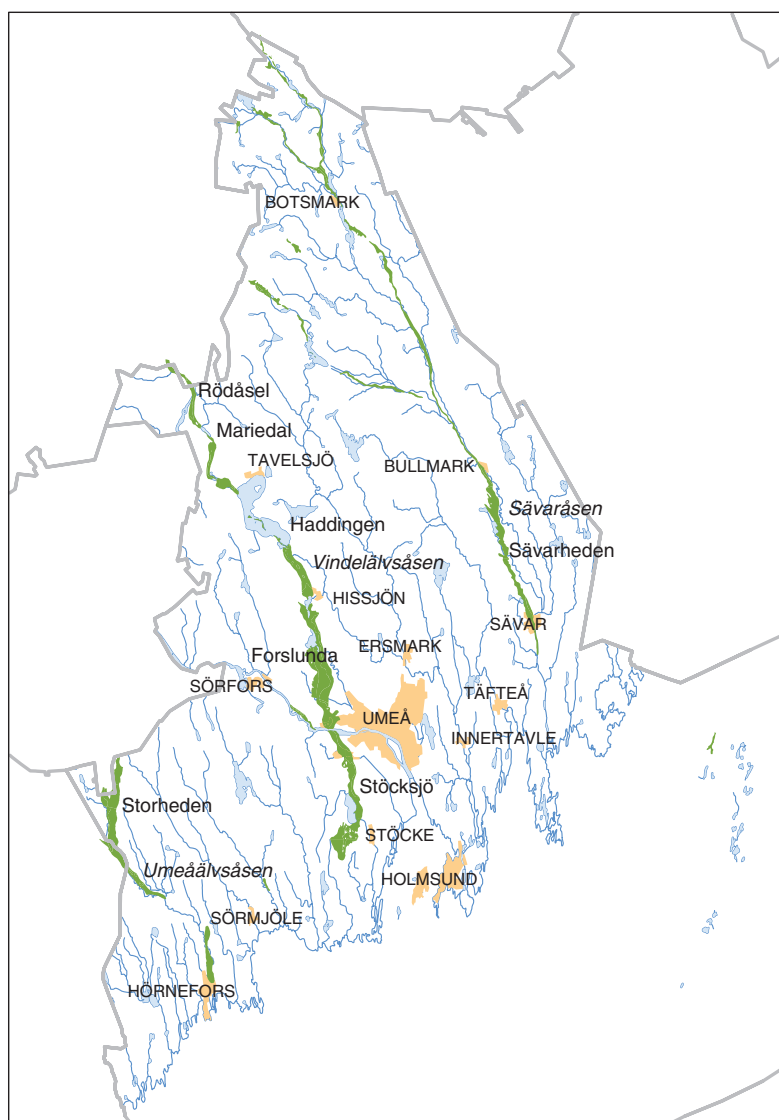


Fig. 2. Grundvattentillgångar över 1 l/s samt viktiga infiltrationsområden inom Umeå kommun..

När det gäller större framtida uttag och möjligheterna att frigöra sig från konstgjord grundvattenbildning bör i första hand för Vindelälvsåsens vidkommande åssträckan mellan Hissjö och Haddingen vara intressant. Geofysiska undersökningar utförda från Hissjön fram till södra delen av Tavelnsjön vid Haddingen visar på stora jorddjup och stor bredd på åsen. Här föreslås fortsatta seismiska undersökningar för att man bättre skall kunna fastställa grusåsens utbredning i sidled och dess mäktighet. Likaså föreslås ett borrhingsprogram med jord- och vattenprovtagning åtföljt av propumpningsförsök.

Följande slutsatser kan dras beträffande grundvattentillgångarna:

Umeälvsåsen i södra delen av kommunen har hittills endast nyttjats för vattenförsörjningen i Hörnefors och omgivande områden. Vattentäkten är belägen vid Frängstorp i södra delen av Storheden. Huvuddelen av Storhedens grundvatten strömmar från öster mot väster för att fångas upp av bäckar som mynnar i Hörneån. Vattentäktens närhet till Hörneån och grundvattnets flödesförhållanden tyder på vattentäkten hämtar huvuddelen av sitt vatten från södra delen av Storheden och att resten tillförs genom inducerad infiltration av vatten från ån, vars botten och strandzon nära vattentäkten utgörs av grova isälvsediment. Totalt torde tillgångarna här vara av storleksordningen 50 l/s, inräknat vattnet i den åsgren som lokaliserats till dalgången väster om Mosjöleden och som är en fortsättning på Storhedenavlagringens grundvattenmagasin.

Söder om den kommunala vattentäkten vid Frängstorp finns en mindre grundvattenresurs i Hörneåns dalgång, vilket förekomsten av isälvsediment antyder. Med inducering från ån torde uppskattningsvis 5–10 l/s kunna utvinnas. Tidigare undersökningar i denna del av dalgången visar på relativt tunna isälvsediment som till stor del vilar på morän.

Orienterande undersökningar vid Hörnefors och i dalgången strax norr om samhället visar att isälvsavlagringar ligger dolda under finkorniga sediment på en sträcka av 3–5 kilometer uppströms från Hörnefors. Möjligen kan 5–10 l/s utvinnas här. För en säkrare bedömning bör propumpningsförsök utföras inom dessa två områden.

Vindelälvsåsen innehåller de utan jämförelse största samlade grundvattentillgångarna i kommunen. Betydande outnyttjade reserver finns i åspartiet söder om älven mellan Stöcksjö och Backen. Grusåsen är emellertid antingen bebyggd eller i stor utsträckning utgrävd genom grusutvinning. Grundvattenresursen bör ligga inom intervallet 50–100 l/s.

På Umeälvens norra sida, från Backen och norrut fram till grundvattendelaren vid Klockarbäcken, finns vissa inte exploaterade reserver att tillgå i Vindelälvsåsen. Den naturliga flödesriktningen för grundvattnet är från norr mot söder. I åsens kontakt med älven kan det naturliga grundvattenflödet i viss mån ökas genom inducering av Umeälvens vatten. Beroende på induceringens storlek är åtminstone 50 l/s möjligt enligt tidigare undersökningar.

Vindelälvsåsen från Forslunda i söder och fram till Tavelnsjön har en ovanligt stor grundvattenpotential och har med stöd av utförda undersökningar lagts i kapacitetsklassen mer än 125 l/s.

När det gäller förhållandena norr om Forslunda och åsens fortsatta sträckning norrut bör åspartiet mellan Salomonsbesök–Hissjö och Haddingen närmare undersökas, en undersökning som även kan utsträckas till att gälla Vindelälvsåsens avlagringsförhållanden och mäktighet i Tavelnsjön. Åsen sticker upp som långsträckt öar i sjön och en naturlig inducering av sjövattnet i Vindelälvsåsen vid Haddingen torde vara betydande.

Fortsatta undersökningar i syfte att närmare klarlägga isälvsavlagringens mäktighet, bredd, uppbyggnad och grundvattenkvalitet bör förslagsvis göras mellan Hissjön och Tavelnsjön (Haddingen) innan eventuella propumpningsförsök kommer till stånd.

Ytterligare en grundvattenreserv finns i åsen norr om Tavelnsjön fram till en konstaterad grundvattendelare eller grundvattendelarzon belägen vid Mariedal eller strax norr därom. Åssträckan är ca 5 kilometer och dess grundvattenpotential torde med hänsyn till möjlig strand- och botteninfiltration vid Tavelnsjön vara av storleksordningen 25 l/s eller däröver.

Norr om grundvattendelaren mot Hundsjön och Rödå är grusåsens uppbyggnad och avlagringsförhållanden komplicerade. Hundsjön tycks inte stå i förbindelse med åsens grundvatten-

magasin. Vidare är grundvattenförhållandena från Hundsjön fram till Rödå oklara. Dock har åsen en tydlig ryggform i fortsättningen mot Vindelälven där utläckande grundvatten förekommer i strandzonen. Genombruten av Vindelälven återfinns åsen därefter på älvens västra sida. Betydande grundvattentillgångar finns i anslutning till den norra kommungränsen vid Överrödå och Rödåheden, där grusåsen kan förutsättas ha hydraulisk förbindelse med Vindelälven.

Sävarheden utnyttjas för kommunal vattenförsörjning och innehåller den största grundvattenresursen i Sävars närhet. Grundvattenförhållandena från Sävar och 10–12 kilometer norrut, fram till Bullmark, är relativt väl kända. Huvuddelen av det grundvatten som bildas på Sävarheden förefaller att ledas mot öster och Sävarån. På vissa sträckor torde dock en dränering längs åsen kunna äga rum, särskilt inom de åspartier där uppstickande berghällar förekommer i åsens östra del, mellan åsen och Sävarån. Grundvattentillgångarna i Sävarheden mellan Sävar och Bullmark har uppskattats till att ligga i kapacitetsintervallet 25–125 l/s.

Norr om Bullmark är Sävaråsens grundvattenförhållanden mindre kända. Sannolikt är vattenföringen högst varierande vilket även gäller de två västliga förgreningar som huvudåsen har vid Klappmark och strax norr om Botsmark. Lokalt torde emellertid relativt ansevliga mängder grundvatten kunna utvinnas. Åsens och dess förgreningars närhet till sjöar och vattendrag ökar möjligheten till grundvattenutvinning.

Grundvattenförekomster utanför kommungränsen

Norr om Storheden fortsätter Umeälvsåsen mot Vännäs. Inga undersökningar har gjorts i området, men med ledning av tillgängliga moderna jordartskartor kan förmodas att relativt stora grundvattenmängder kan föreligga inom de gynnsammaste avsnitten, där sammanlagt åtminstone 25 l/s bör kunna utvinnas, inte minst med hänsyn till åsens kontakt med Umeälven vid Trinnliden.

Vindelälvsåsen är den mest imponerande grusåsen av alla i kommunen. Vid kommungränsen och norr därom ansluter åsen till Vindelälven och bör vid Överrödå och Rödåheden innehålla en stor grundvattentillgång, särskilt som här också finns förutsättningar för inducering av älvvatten. Norr härom lämnar grusåsen älven för att söka sig längs en bred och djup dalgång i riktning mot Abborrtjärn och Vindelns vattentäkt, där den åter har kontakt med Vindelälven. Grundvattentillgången torde ligga inom intervallet 25–125 l/s.

Sävaråsen förefaller minska något i volym vid den norra kommungränsen och utanför denna. Den åsgren som avlänkas strax norr om Botsmark och som följer Sävarån mot Lillsävarträsket fortsätter utanför kommungränsen med en sammanhängande åsrygg i riktning mot Storsävarträsket. Från förgreningspunkten vid Yttersmark och norrut sträcker sig den västra åsgrenen mot Storsävarträsket medan den östra lämnar kommunen vid Floda och återfinns inom de närmaste kilometrarna bl.a. avlagrad i ett par mindre sjöar. Någon närmare rekognosering i detta område har inte ägt rum inom ramen för detta projekt, men en bedömning är att relativt gynnsamma förutsättningar åtminstone bör finnas där isälvsavlagringarna har sjökontakt.

FOTON FRÅN UNDERSÖKNINGARNA

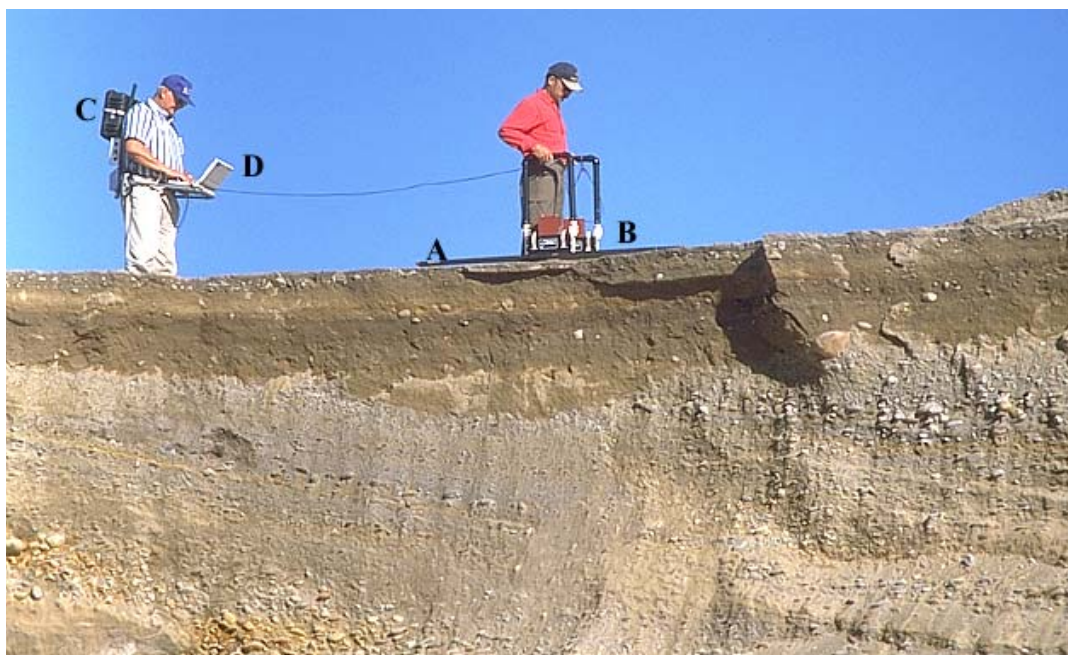


Fig. 3. Röbbäcksheden. Georadarmätningar ger information om lagerstrukturer och grundvattenytor. A och B är antenner för sändning och mottagning, C är styrenhet för datainsamling och D är dator med bildskärm. Foto: C.-F. Müllern.



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



Fig. 5. Geofysiska profiler och observationsrör avvägs för att exakta nivåer på markyt, jordartsgränser, grundvattenytor och bergytor ska erhållas. Foto: T. Wikner.



Fig. 6. När de geofysiska profilerna avvägts och utvärderats genomförs borrhinar på de mest intressanta platserna. Därvid undersöks och prov-tas såväl jordlagren som grundvattnet allt eftersom borrhiningen drivs djupare. Foto: C.-F. Müllern.



Fig. 7. Umeälsåsen. Norra grus-taget på Storheden. Växellagring mellan grova, steniga sediment och sandiga-siltiga isälvssedi-ment. Finkorniga sediment överst i lagerföljden medger en viss ytvattenavrinning i små bäckar tvärs över Storheden mot Grava-bäcken på Storhedens västsida. Foto: T. Wikner.



Fig. 8. Umeälvsåsen. Borrning R 9907 i den västra åsgrenen som löper mot Mosjön i Storhedens förlängning norrut. En övre grundvattenyta noterades ca 1 meter under markytan och en djupare belägen ca 5 meter under markytan. Foto: T. Wikner.



Fig. 9. Vindelälvsåsen vid Röbbäck. Grundvatten tränger fram ur grusåsen vid gamla mejeriet i Röbbäck. Källan kallas bl.a. Linnékällan. Foto: T. Wikner.



Fig. 10. Vindelälvsåsen strax uppströms Backens kyrka. Umeälvens norra strand med den grova åskärnan synlig. Foto: T. Wikner.



Fig. 11. Vindelälvsåsen vid Haddingen. Drivning av observationsrör och rensumpning vid R 9802. Under 8 meter grovmo följer mellansand, grovsand och fingrus till 27 meter djup. Borrningen är ej nedförd till akviferens botten. Foto: T. Wikner.



Fig. 12. Vindelälvsåsen norr om Mariedal. Åsgrop på grusåsens västra sida med ett ytskikt av torv. Foto: T. Wikner.



Fig. 13. Vindelälvsåsen norr om Mariedal. Borrning R 9805 i norra delen av en vattenfylld åsgrop. Vattenytan i tjärnen ligger betydligt över grundvattennivån i grusåsen. Foto: T. Wikner.



Fig. 14. Vindelälvsåsen. Hundsjön, Holmen. R 9803. Under 5 meter lera och silt följer mellansand till 30 meter. Grundvattenytan i åsen ligger betydligt under sjöns yta. 25 meter djupa åsgropar är dolda under sjöytan öster om Holmen. I bakgrunden framträder den starkt svallade östra dalsidan med kal-spolat berg, Hundsjöberget. Foto: T. Wikner.



Fig. 15. Sävaråsen, Sävarheden. Grusåsen är hårt svallad. På denna lokal är avlagringarna tunna ovanför grundvattenytan som här ligger strax under grustagets botten. Foto: T. Wikner.



Fig. 16. Sävåråsen. Detalj från figur 15. med omlagrade sediment. Foto: T. Wikner.

ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

Naturresursen grundvatten

Av allt vatten på jorden är bara några få procent sötvatten. Resten finns i haven. Större delen av sötvattnet är lagrat som grundvatten och nästan hela återstoden är bundet i form av is och snö, mestadels i polartrakterna. Ytvattenmagasinen – sjöar, floder och mindre vattendrag – innehåller bara en obetydlig del av jordens sötvattenförråd, mindre än en promille. Att det ändå finns stora sötvattensjöar och floder beror på att omsättningstiden i dessa magasin är kort. Stora vattenmängder kan alltså passera genom magasinerna under kort tid.

När nederbördsvatten infiltrerat i markytan passerar det först genom den luftade eller omätade 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 såsom i sand- och grusavlagringar. I berggrunden är det spricksystemen som fylls med vatten. 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 utvinns 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 magasinerna. Från vattendelarna strömmar grundvattnet åt motsatta håll. Akviferer och magasin kan också finnas lagrade på 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 borrhåll eller grävda brunnar kan vattnet vanligen användas helt utan rening. 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. Eftersom

stor del av vårt ytvatten är bildat av grundvatten beror vattenbeskaffenheten i sjöar och vattendrag i varierande grad på det tillrinnande grundvattnets kvalitet.

En grundvattentillgång i t.ex. våra sand- och grusavlagringar kan ökas på konstgjord väg genom att ytvatten leds till speciella infiltrationsanläggningar, oftast bestående av en eller flera bassänger.

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 borrarade brunnar för sin vattenförsörjning, omfattar drygt en miljon människor i vårt land. Lika många utnyttjar grundvatten för sitt fritidsboende.

Grundvatten har många användningsområden. Några sådana är:

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

Vattnets kretslopp

Grundvattnet ingår i vattnets kretslopp och är därför en förnybar naturresurs, se figur 17. Det som driver kretsloppet är solens värmeenergi, tyngdkraften och jordrotationen.

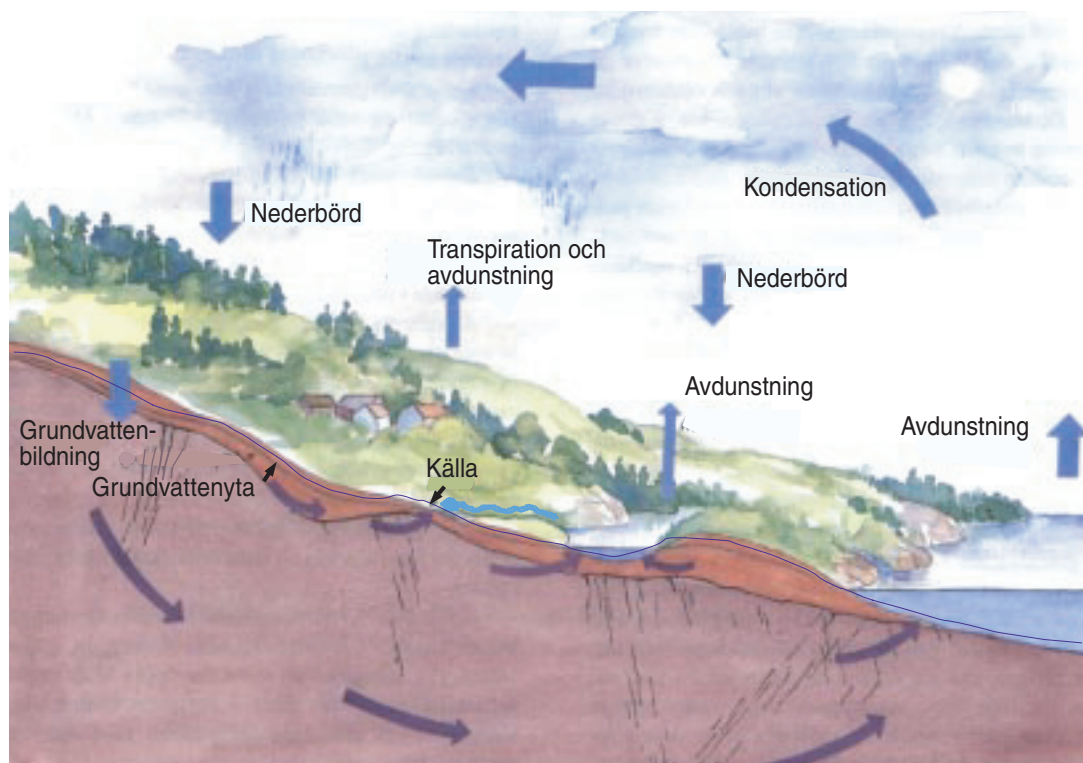


Fig. 17. Vattnets kretslopp. Grundvattnet rinner ut huvudsakligen i botten av bäckar, åar och sjöar samt i källor.

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

När de övre marklagren har nått en viss vattenmättnad kan överskottet sjunka vidare ned i marken och bilda grundvatten. Genom tyngdkraftens inverkan rör sig grundvattnet från högre terrängavsnitt mot lägre. Vilka vägar det tar och hur fort transporten går beror på grundvattentytans 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 det källflöden och långsam utströmning av grundvatten på bred front som i stor utsträckning 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.

Grundvattnet i och intill en grusås

Figur 18 visar en dalgång med en isälvsavlagring – rullstensås – med sand, grus och block. Det är i åsarna som de största grundvattentillgångarna finns. Till höger i bilden finns också ett berg- och moränområde. Utanför åsarna finns de viktigaste grundvattentillgångarna i allmänhet i berggrunden. Terrängen i bilden ligger under högsta kustlinjen, dvs. landet har någon gång efter den senaste nedisningen varit täckt av hav, så som fallet är för större delen av kommunen. Den landskapstypen är ganska vanlig i Sverige. På bilden ligger grundvattnets tryckyta i åsen högre än i dalgången. Det gör att vatten kan läcka ut vid åsfoten och att brunnar i lerområdet kan vara själv rinnande, 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 skall kunna bildas, fordras att de övre marklagren är så fuktiga att ett vattentillskott får vatten att rinna vidare nedåt och fylla på grundvattenmagasinet. Hur det fungerar kan man se när man vattnar en krukväxt. Först fylls markfuktigheten på, och efter en stund börjar vatten rinna ut ur hålet i blomkrukans botten.

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

Vatten i jord och berg

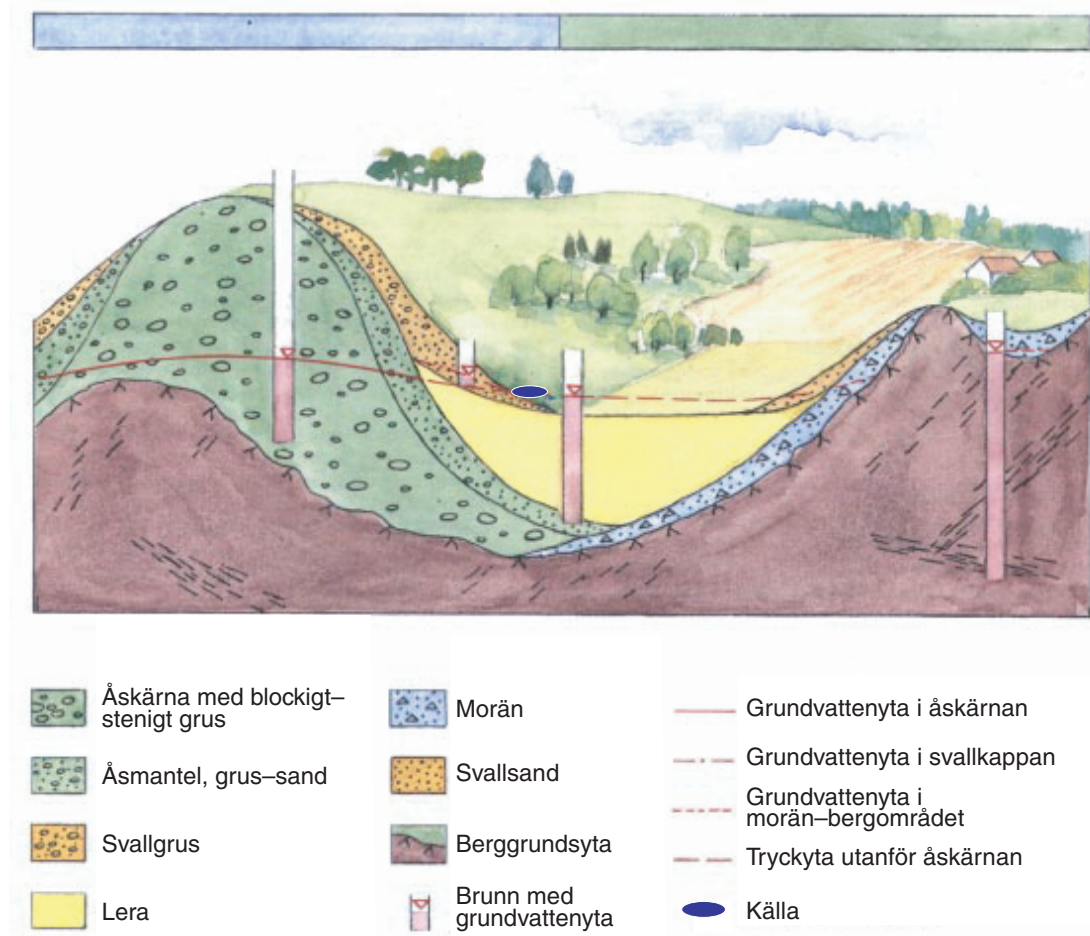


Fig. 18. Principbild över hur grundvattnet uppträder i och intill en grusås.

Tidsmässiga variationer i grundvattennivåer

I figurerna 19–22 redovisas information från en av stationerna i SGUs Grundvattennät, Vindeln, (station 33.101) samt beräknad effektiv nederbörd (nederbörd minus avdunstning) enligt SMHI för området som motsvarar det topografiska kartbladet 21J NO. Stationen visar nivåvariationer i morän. Mätvärdena från station Sävarheden har inte tagits med i denna presentation på grund av avbrott i mätserien.

Figurerna 19 och 20 visar månadsmedelvärden för effektiv nederbörd för perioden 1961–1990 samt grundvattennivåns månadsvisa min- medel- och maxvärden för perioden 1983–1999. Grundvattennivån är normalt lägst under oktober–november som ett resultat av den relativt låga grundvattenbildningen under sommaren. Stor effektiv nederbörd under april–maj återspeglas i årets högsta medelnivå under maj–juni.

Ur figur 22 kan utläsas att ett grundvattenöverskott förelegat fr.o.m. senare delen av år 1985 fram till slutet av 1988 under det att ett underskott funnits fr.o.m. slutet av år 1994 fram till början av 1998.

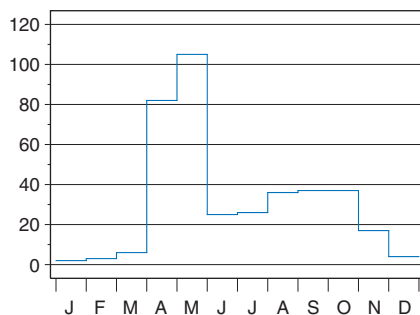


Fig. 19. Effektiv nederbörd (mm/mån.) 30-årsmedelvärde, för topografiska kartbladet 21J NO enligt SMHI.

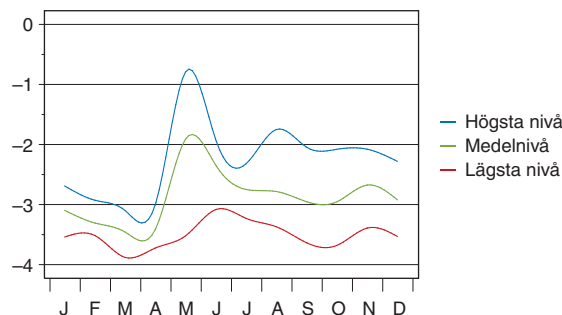


Fig. 20. Grundvattennivåns månadsvärden, meter under markytan, för station 33:101, Vindeln i SGUs grundvattennät.

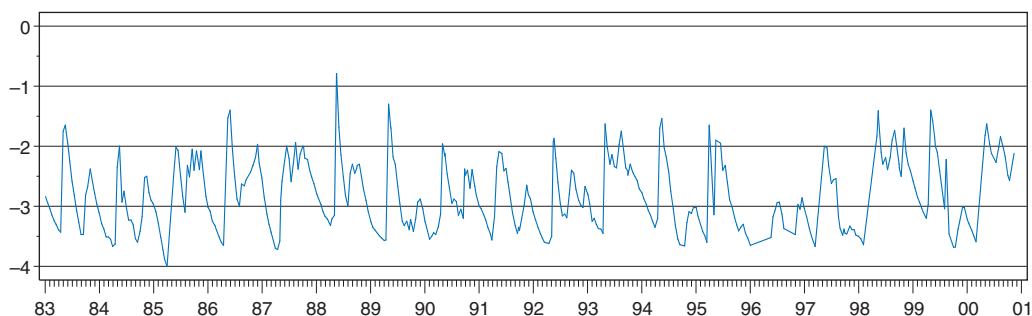


Fig. 21. Grundvattennivåer, meter under markytan, för station 33:101, Vindeln i SGUs grundvattennät.

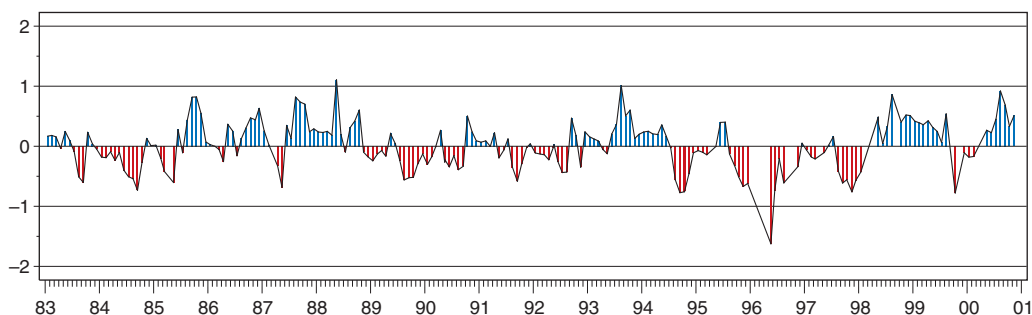


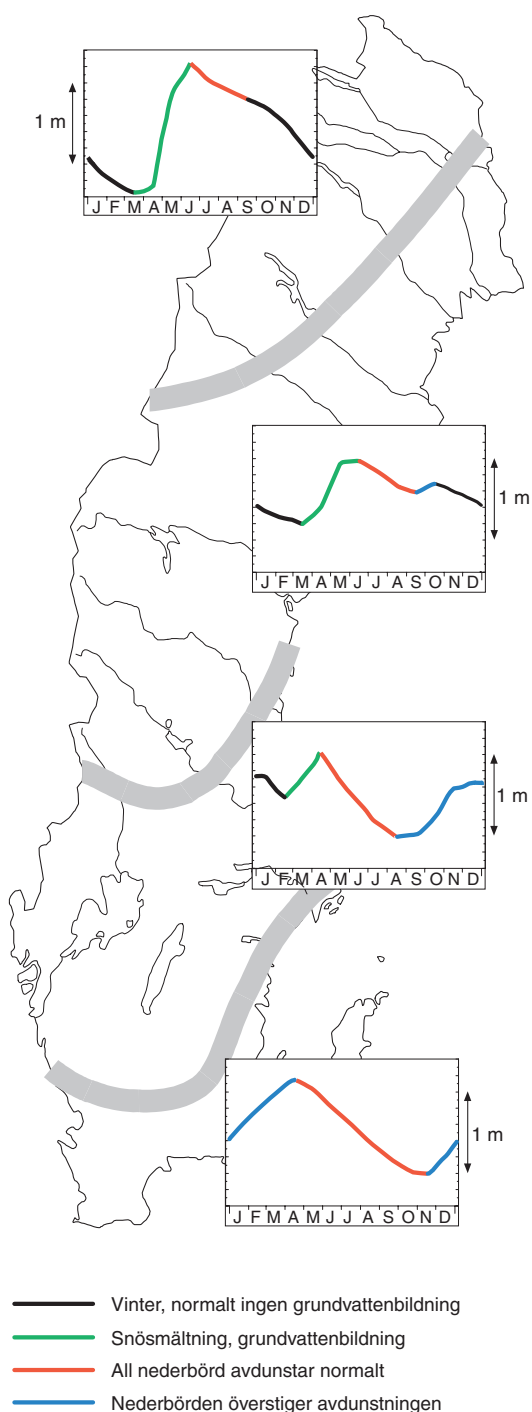
Fig. 22. Grundvattennivåer, avvikelser från månadsmedelvärden, meter, för station 33:101, Vindeln i SGUs grundvattennät.

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 procent. 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 procent, reagerar långsamt och med små nivåförändringar, även om förhållandevis stora vattenvolymer tillförs eller avlägsnas.

Årstidsvariationer

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

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



Arjeplog

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

Sveg

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

Sigtuna

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

Vellinge

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

Fig. 23. Grundvattenregimer i Sverige.

Dricksvatten

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

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

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

För vattenverk och enskilda brunnar som tillhandahåller mindre än 10 m³ dricksvatten per dygn eller försörjer färre än 50 personer har Socialstyrelsen tagit fram allmänna råd, SOSFS 2003:17 (2003). 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 och parametrar som brukar undersökas vid vattenanalys och de gräns- och riktvärden för dricksvatten som gäller enligt Livsmedelsverkets föreskrifter och Socialstyrelsens allmänna råd.

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

Parameter	Enhet	Livsmedelsverket (2001): Gränsvärde Tjänligt med an- märkning	Livsmedelsverket (2001): Gränsvärde Otjänligt	Socialstyrelsen (2003): Riktvärde Tjänligt med an- märkning	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	µg/l		0,10		0,1 enskilda
Bekämpningsmedel	µg/l		0,50		0,50 totalhalt
Bly	µg/l Pb		10		10 (h)
Cyanid	µg/l CN		50		50 (h)
Fluorid	mg/l F		1,5	1,3 (h)	6,0 (h)
Färg	mg/l Pt	15/30*		30 (e)	
Järn	mg/l Fe	0,100/0,200*		0,50 (e, t)	
Kadmium	µg/l Cd		5,0	1,0 (h)	5,0 (h)
Kalcium	mg/l Ca	100		100 (t)	
Klorid	mg/l Cl	100		100 (t) 300 (e, t)	
Konduktivitet	mS/m	250		-	
Koppar	mg/l Cu	0,20	2,0	0,20 (e, t)	2,0 (h, e, t)
Krom	µg/l Cr		50		50 (h)
Kvicksilver	µg/l Hg		1,0		1,0 (h)

Parameter	Enhet	Livsmedelsverket (2001): Gränsvärde Tjänligt med an- märkning	Livsmedelsverket (2001): Gränsvärde Otjänligt	Socialstyrelsen (2003): Riktvärde Tjänligt med an- märkning	Socialstyrelsen (2003): Riktvärde Otjänligt
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	mg/l O ₂	4,0			(permanganatindex)
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

Inducerad infiltration

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

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

Sjövattnets temperatur kan variera mer än 20 grader under året, men när det har infiltrerat i grundvattenmagasinet blir temperaturvariationerna mycket små. Temperaturen på vattnet i brunnen håller sig kring 6–7 grader, om inte uttagsmängden är för stor i förhållande till avståndet till sjön så att temperaturen inte hinner stabiliseras.

Förutsättningar för inducerad infiltration föreligger vid flera av de grundvattenförekomster som behandlas i denna beskrivning. Exempel på detta är kontakten mellan Umeälvsåsen och Hörneån vid Frängstorp och söder därom. Längs Vindelälvsåsen torde finnas förutsättningar för ytvatteninträngning i isälvsedimenten längs Stöcksjöns östra och norra strandzon samt i grusåsens kontaktzoner med Taveljön, Hissjön och Piparbölesjön–Kullasjön. Norr om Sävar kan en viss inducering av sjövattnet i Sävaråsen äga rum vid Segasjön nära Sävars huvudvattentäkt. Längre norrut på Sävarheden kan Stormalsjön vara ett annat exempel. Vid tillräckligt stor avsänkning av grundvattenytan längs Sävaråsen bör samma situation kunna uppstå på flera håll norr om Sävarheden, särskilt där grusåsen har kontakt med vattendrag och sjöar som t.ex. vid Botsmark samt vid Lillsävarträsket och Storsävarträsket.

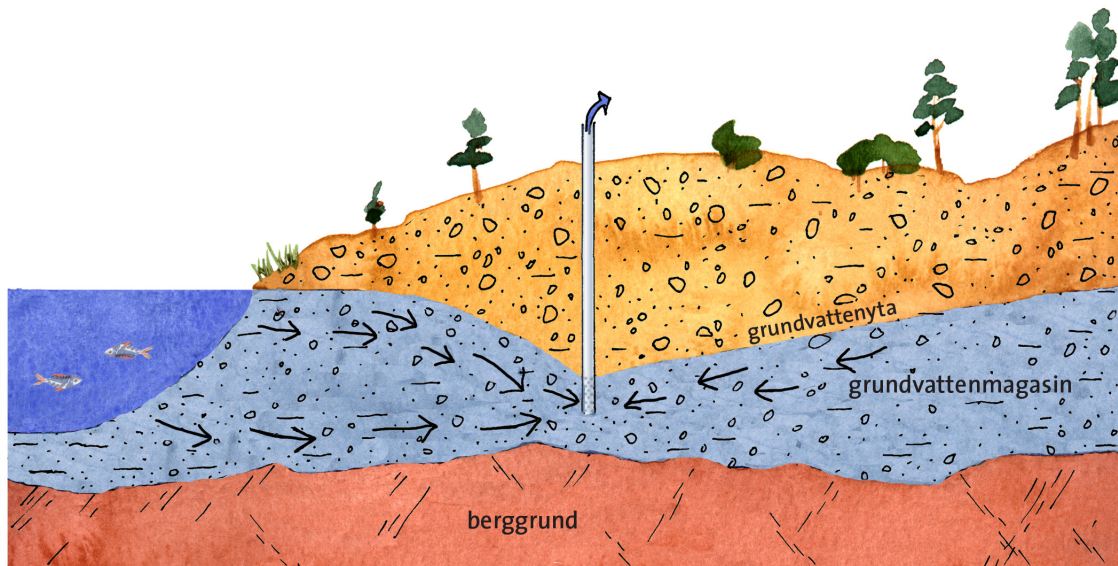


Fig. 24. Principbild över inducerad infiltration. Genom pumpning i brunnen sänks grundvattenytan under sjöns nivå. Därigenom kan sjövattnet infiltrera genom sjöbotten. Vid passagen genom sand- och gruslagren renas sjövattnet.

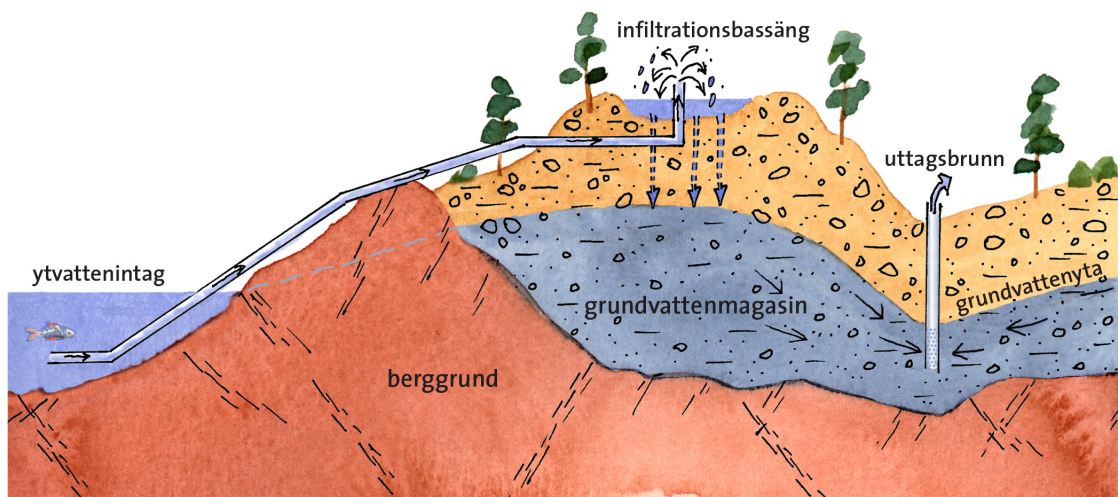


Fig.25. Principbild över konstgjord grundvattenbildning. Sjövattnet leds till infiltrationsbassänger i en sand- och grusavlagring där den naturliga grundvattenbildningen inte är tillräcklig. Vid passage genom den omätade zonen renas vattnet.

Konstgjort grundvatten

Det är inte ovanligt att den naturliga nybildningen av grundvatten i ett område är mindre än den vattenmängd som krävs för t.ex. kommunal vattenförsörjning.

Vattentillgången i en sand- eller grusavlagring kan då, under vissa förutsättningar förstärkas genom konstgjord grundvattenbildning. Det tillgår vanligen så att man leder ytvatten till bassänger eller gropar i avlagringen, där ytvattnet 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 infiltrationsplatsen bör sand- och gruslagren ha en relativt homogen sammansättning och vara tillräckligt genomsläppliga för att tillåta en infiltration av mellan 2 och 5 m³/m² och dygn.
- Den omättade zonens mäktighet under naturliga förhållanden bör vara minst 3–5 meter.
- Grundvattenmagasinets mäktighet måste vara så stor vid läget för uttagsbrunnarna att tillräckliga avsänkningsmöjligheter föreligger med hänsyn till de önskade uttagsmängderna.
- God hydraulisk kommunikation måste föreligga mellan infiltrationsplatsen och uttagsbrunnarna.
- Strömningsriktningen från infiltrationsläget skall vara så entydig att huvuddelen av det infiltrerade vattnet kan utvinna.
- 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 infiltrationen, ca 200–300 meter.
- En fördel är om grundvattenmagasinet har en så stor magasinande förmåga att uttag kan ske under längre tid – flera veckor – utan infiltration.

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

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

Konstgjord grundvattenbildning sker vid Umeå tätorts vattentäkt vid Forslunda där ytvatten från Umeälven under vissa perioder leds till infiltrationsbassänger belägna nordväst om vattenverket och produktionsbrunnarna. Förutsättningar för konstgjord grundvattenbildning bör finnas på ett flertal platser längs isälvsavlagringarna i kommunen där den omättade zonen är tillräckligt mäktig och avlagringarnas kornstorlek gynnsamma. I huvudsak torde åtminstone Vindelälvsåsen uppfylla dessa kriterier inom icke bebyggda eller grusexploaterade områden, vilket även bör gälla Sävaråsen och Umeälvsåsen.

ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV GRUNDVATTENTILLGÅNGARNA I UMEÅ KOMMUN

Grundvatten i jordlagren

I likhet med förhållandena i större delen av Sverige finns de största grundvattentillgångarna i Umeå kommun i de stora isälvsavlagringarna – rullstensåsarna. Inom kommunen finns tre stora avlagringar varav Vindelälvsåsen är den dominerande. De två andra är Umeälvsåsen och Sävaråsen. Från Vindelälvsåsen avlänkas en mindre biås som sträcker sig mot Baggböle och Kåddis. Sävaråsen har två västliga sidogrenar med förgreningspunkter vid Klappmark och strax norr om Botsmark.

Umeälvsåsen

Umeälvsåsen, den sydligaste av de nämnda isälvsavlagringarna, har i sitt östligaste läge spårats till kusten vid Hörnefors. Åsen har inventerats längs Hörneåns dalgång fram till Frängstorp, där åsen lämnar dalgången. Sträckan fram till kommungränsen är ca 20 kilometer. Umeälvsåsen kan vara sammanhängande längs Hörneåns dalgång från Hörnefors åtminstone fram till avtagsvägen mot Hössjö, ca 4–5 kilometer väster om Hörnefors. Seismiska undersökningar och borrhningar visar att grundvattenförande isälvsavlagringar finns på djupet, täckta av mäktiga lager av silt och lera.

Om liknande förhållanden råder mellan Häggåsen och Bjennberg är inte känt, eftersom det inte har utretts i detta projekt. Först söder om Frängstorp har grusåsen iakttagits i dalgången på en 4 kilometer lång sträcka. Isälvsedimenten är här väsentligen tunna och vilar delvis på morän (Kjessler & Mannerstråle 1975).

Vid Frängstorp är åsformen åter tydlig och bildar norrut den breda Storheden. Grusåsen har sitt högsta läge ungefär vid Hössjö–Gräsmyrvägen. Norr därom kan åsen följas som en mer eller mindre tydlig åsrygg i riktning mot Umeälven och Vännäs.

De största grundvattentillgångarna i detta isälvsstråk torde vara knutna till Storheden, vars grundvattenmagasin på grund av det sluttande underlaget främst är lokaliserat till den västra och södra delen av åsformationen. Den kommunala vattentäkten vid Frängstorp är belägen i den södra delen av Storheden nära Hörneån. Tillrinningen mot vattentäkten norrifrån förefaller vara begränsad till den sydligaste delen av Storheden. Grundvattnet strömmar mot Hörneån. Vattentäktens läge nära ån och den avsänkning av grundvattenytan som grundvattenutvinningen medför banar väg för inducering av åns vatten åtminstone vid höga flöden i Hörneån.

Längre norrut på heden rinner grundvattnet mot sydväst på grund av det sluttande underlaget av berg och morän. Grundvattnet strömmar mot Gravabäcken som rinner söderut och mynnar i Hörneån. Vid ett undersökningstillfälle i mitten av 1970-talet uppmättes vattenföringen i Gravabäcken till ca 60 l/s (VAB 1976).

Storhedens norra del består av två åsgrenar som omsluter ett i nord-sydlig riktning utsträckt bergrygg, Stensjöbrännan med Mosjöleden. En grundvattendelare eller grundvattendelarzon är lokaliserad till den östra åsgrenen, belägen i anslutning till Gräsmyrvägen och strax öster om den nämnda bergryggen. Åsgrenen karaktäriseras här av ett allmänt högt bergsläge på vilket morän och moiga sediment vilar.

Området vid grundvattendelaren torde ha en viss betydelse för grundvattenbildningen för såväl den västra som den östra åsgrenens förlängning norrut. Den östra grenen synes vara den som bildar Umeälvsåsens fortsättning norrut i riktning mot Vännäs. Den västra grenen kan sägas vara en förlängning av Storheden och kan följas ett stycke norrut i riktning mot Mosjön.

Vindelälvsåsen

Vindelälvsåsen är den utan jämförelse största isälvsavlagringen i Umeå kommun och rymmer också de största grundvattentillgångarna. Denna grusås sträcker sig från Stöcksjö med Stöcksjöheden i söder till Rödåsel–Rödånäs och Vindelälven i norr. Den nordligaste delen inom kommungränsen finns på västra sidan av Vindelälven där den till viss del är dold under täckande älvsediment och finkorniga havssediment. Åsen är dock synlig som den kilometerlånga s.k. Selvkammen. Vindelälvsåsens totala längd inom kommunen är ca 45 kilometer. Den passerar ett antal sjöar inom Umeå kommun: Tavelsjön, Hissjön och Piparbölesjön med Kullasjön. I Tavelsjön framträder grusåsen som långsträckt öar. Förhållandena vid sjöarna visar att ett visst utbyte föreligger mellan grundvattnet i grusåsen och sjöarnas ytvatten. Vid de norra strandzonerna läcker vatten från åsen som kallkällor medan strand- och botteninfiltration av sjövattnet till underliggande grundvattenmagasin synes ske i de södra.

Från borrhningar och seismiska undersökningar har framgått att Vindelälvsåsens avlagringar på sina ställen är mycket mäktiga och breda. Åsmäktigheter på 40–50 meter och däröver har noterats i området mellan Tavelsjön och Hissjön, vid Salomonsbesök norr om Piparbölesjön samt i Forslundaområdet. Något grundare partier eller trösklar har hittills lokaliserats till det breda åspartiet

vid Hissjöns norra del och vid Kullasjön samt i området mellan Klockarbäcken och Vännäsvägen (E79). Möjligen kan även en tröskel eller förträngning i denna ås finnas i höjd med Grossmyran mellan Hissjö och Haddingen.

Vindelälvsåsens sediment fyller upp en långsträckt fördjupning i berggrunden som i geologiska sammanhang betecknas som en preglacial älvfåra. Här har ett större vattendrag funnits redan vid tiden före den senaste nedisningen. I denna fördjupning avlastade inlandsisens smältvatten enorma mängder sand och grus. Denna äldre älvfåra täpptes därvid till och den nuvarande Vindelälven har under pågående landhöjningsprocess kommit att söka sig en alternativ väg ned till kusten, den nuvarande älvfåran.

Resterna av en västlig biås till Vindelälvsåsen kan spåras uppströms Backens kyrka. Förgreningspunkten kan antas vara belägen i anslutning till Umeälvens nuvarande fåra. Enligt jordartskartan över området (SGU serie Ak 1, skala 1:100 000) sträcker sig den mer eller mindre sammanhängande åsgrenen mot Baggböle och Kåddis.

Inom kommunens gränser återfinns den största samlade grundvattenresursen i åspartiet mellan Tavelsjön i norr och grundvattendelaren vid Klockarbäcken, söder om Umeå stads vattentäkt vid Forslunda. Utifrån resultat av tidigare undersökningar och nu utförda kompletteringar synes Vindelälvsåsen vara hydrauliskt sammanhängande från en topografiskt betingad grundvattendelare eller grundvattendelarzon i området söder om Hundsjön, ungefär i höjd med Mariedal, fram till en sydlig grundvattendelare belägen söder om Forslunda. En förträngning eller tröskel i Vindelälvsåsens grundvattensystem finns vid södra delen av Piparbölesjön med Kullasjön.

Vattendelaren söder om Hundsjön är betingad av högt berggrundsläge med isälvsavlagringar avsatta i en relativt trång dalgång. Härifrån lutar grundvattenytan i åsen dels norrut mot Hundsjön–Rödåsel–Vindelälven, dels söderut med ett sannolikt sammanhängande grundvattenmagasin mot Tavelsjön. Det fortsätter vidare från Haddingen mot Hissjön och Piparbölesjön fram till en grundvattendelare i området Forslunda–Klockarbäcken.

Förhållandena längst i norr i området mellan i första hand Hundsjön och Rödåsel är dock inte helt entydiga vad avser grundvattnets strömningsbild.

Grundvattenutflöden i form av källor förekommer på flera håll grusåsen. Exempel på detta är ett utflöde vid Vindelälvens strand vid Rödåsel. Andra kända platser med utläckande grundvatten är badplatsen vid Tavelsjöns nordvästra del och åspartiet i höjd med Grossmyran mellan Hissjön och Haddingen samt vid Hissjöns norra strand. Vid Salomonsbesök sker grundvattenutflöden i Piparbölesjön. Betydande grundvattenutläckning har tidigare noterats vid Forslunda på åsens östra sida liksom längs Klockarbäcken söder om Forslunda. Flödena har minskat som en följd av grundvattenutvinning vid Umeås vattentäkt. Längs åsens norra sida vid kontakt med Umeälven vid Backen är grundvattenutströmning också känd.

I åspartiet söder om älvgenombrottet förekommer källor med varierande flödesmängder längs Vindelälvsåsen vid Röback och Stöcksjö. Det största utflödet, Linnékällan (figur 9), är belägen vid gamla mejeriet i Röback. Valet av läge för mejeriet påverkades sannolikt en gång av denna källa.

Sävaråsen

Sävaråsen har inventerats längs en sträcka på ca 55 kilometer med huvuddelen av fältarbetena förlagda till Sävarheden och Sävaråns dalgång strax nedströms samhället. Geofysiska undersökningar och borrhningsarbeten har utförts i Sävarhedens norra del söder om Bullmark i syfte att lokalisera en förmodad nordlig grundvattendelare eller grundvattendelarzon i grundvattensystemet och för att i möjligaste mån bestämma grundvattnets flödesriktningar.

Söder om samhället har sonderingsarbeten utförts vid reningsverket i syfte att om möjligt spåra åsens eventuella fortsättning i Sävaråns dalgång söderut. I en av tre sonderingspunkter noterades ca 9 meter grovmo och stenigt grus täckta av flera meter lera. Dalgången söder om Sävar förtjänar att närmare undersökas när grusåsens sannolika fortsättning söder om samhället kan innehålla vissa grundvattentillgångar.

Sävarheden från Sävar och norrut fram till Bullmark har förhållandevis stor bredd med flacka yttformer. Mäktigheterna av de grundvattenförande isälvsedimenten kan variera mellan 10 och 20 meter. Uppmätta grundvattennivåer pekar på förhållandet att grundvattnet i huvudsak strömmar mot öster eller sydost på bred front mot Sävarån, som norrifrån följer grusåsens östra gränsszon och dess kontakt mot berg och morän.

Längre norrut varierar åsens yttformer från flacka åspartier till på vissa sträckor tydlig ryggform med brant sluttande sidor.

Sävaråsen nyttjas som grundvattenresurs för Sävars samhälle med omgivningar, Gunnismark by samt för ett antal fritidshus. Grundvattnets nivåskillnad på den ca 12 kilometer långa sträckan mellan grundvattendelarzonen i höjd med Tålsmark i norr och Sävar i söder uppgår till ca 40 meter. Detta motsvarar en genomsnittlig gradient längs åsen på drygt 3 promille. I sidled kan gradienten längs Sävarheden variera och vara mindre eller större än detta värde.

Koncentrerade grundvattenutflöden, källor, förekommer på ett flertal platser längs Sävaråsen t.ex. i höjd med Segasjön och vid Sävars vattentäkt, där avrinningen vid en tidigare utredning uppskattats till ca 4 l/s. Andra exempel på utflöden av har noterats uppströms Sävar kyrka där grundvatten läcker ut på bred front i Sävarån.

Morän, svallsediment, älvsediment, havs- och sjösediment

Av andra grundvattenförande lösa avlagringar kan förutom den ytmässigt dominerande moränen nämnas de sediment som avsatts längs älvar och andra vattendrag. Moränavlagringarna inom kommunen kan på sina håll vara mäktiga, särskilt längs dalbottnarna och inom de delar av landskapet där avlånga moränryggar av s.k. drumlintyp förekommer. Åtminstone i kustzonen finns exempel på att drumliner kan vara ca 20 meter mäktiga, som i området mellan Norrbyn och Hörnefors.

Utsvallade sediment, främst mo och sand och i viss mån fingrus, är resultatet av vågornas bränningsverkan i exponerade höjdområden under landhöjningsprocessen. Sedimenten har härvid kommit att transporteras och avlagras längs bergryggarnas flanker och i dalbottnarna. Grundvattentillgången kan vara ganska god och lämpar sig främst för enskilda hushåll. Bosättningar längs dalgångarna i kommunen har i generationer hämtat sitt vatten ur grävda brunnar och framträngande källor i sådana avlagringar.

Viss grundvattentillgång kan även finnas i de havs- och sjösediment som förekommer längs dalbottnar och lägre belägna terrängavsnitt. Sedimenten, som till övervägande del är relativt finkorniga, kan innehålla skikt av grovmo och i viss mån även sand, som lagrar och leder grundvatten.

Generellt kan sägas att grävda brunnar i gynnsamma lägen i terrängen kan vara ett alternativ till bergborrade brunnar för i första hand enskild vattenförsörjning men även i vissa fall för mindre grupper av bebyggelse.

Grundvatten i berggrunden

Berggrunden inom Umeå kommun utgörs av kristallint urberg. Den domineras av äldre, omvandlade bergarter, huvudsakligen av sedimentärt ursprung, vilka nu uppträder i form av migmatiter och ådergnejser. Utöver dessa gnejser förekommer ett flertal större och mindre massiv av Revsundsgnit, som är yngre och på många ställen innehåller rester av den äldre berggrunden.

Tillgången på grundvatten i berggrunden är i första hand beroende på frekvensen och karaktären av sprickor och spricksystem. I en berggrund med få, korta, tätslutande och brant stående sprickor kan det vara mycket svårt att få tillräckligt med vatten för t.ex. enskild vattenförsörjning. Bäst förutsättning innebär således det omvända förhållandet där flera, långsträckta, vidgade och flackt liggande sprickor förekommer. Några tydligt avgränsade områden med sådana egenskaper finns dock knappast inom kommunen.

Vad beträffar möjligheterna att få vatten vid brunnsbörning i berg kan man rent allmänt säga att berggrunden i Umeå kommun i genomsnitt ger de vattenmängder som är vanliga i svenskt ur-

berg. Den genomsnittliga (median-) kapaciteten i bergborrade brunnar i kommunen är 850 l/tim, och genomsnittsbrunnen är 60 meter djup. År xxx fanns 899 bergborrade brunnar i Umeå kommun registrerade i SGUs Brunnsarkiv. Lägena för dessa brunnar visas i figur 26. I tabell 2 visas statistiska uppgifter för dessa. Att vattenmängderna och totaldjupen i energibrunnar är större än i dricksvattenbrunnar är naturligt. Att även jorddjupen är större beror på att den övervägande delen av energibrunnarna finns i Umeå, Sävar och Hörnefors, där jorddjupen är större än vad de generellt är i kommunen. Dricksvattenbrunnar är mer jämnt fördelade över kommunen.

Huvudkartans bild över möjligheter till uttag av grundvatten i berggrunden är framtagen med hjälp av data ur brunnsarkivet, som bearbetats statistiskt med s.k. variogramanalys och kriging. Dessa metoder beskrivs i kapitlet "Metodbeskrivning".

Bergarterna uppvisar mycket växlande strykningsriktningar, dvs. strukturen – förskiffringsplanen i berggrunden och bergartsgränserna – är orienterad i mycket varierande riktningar. Förskiffringsplanens stupningsvinkel, deras lutning från horisontalplanet, är oftast mellan 45 och 90 grader.

Stupningsvinkeln kan ha ganska stor betydelse för grundvattentillgången vid brunnsbörning 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

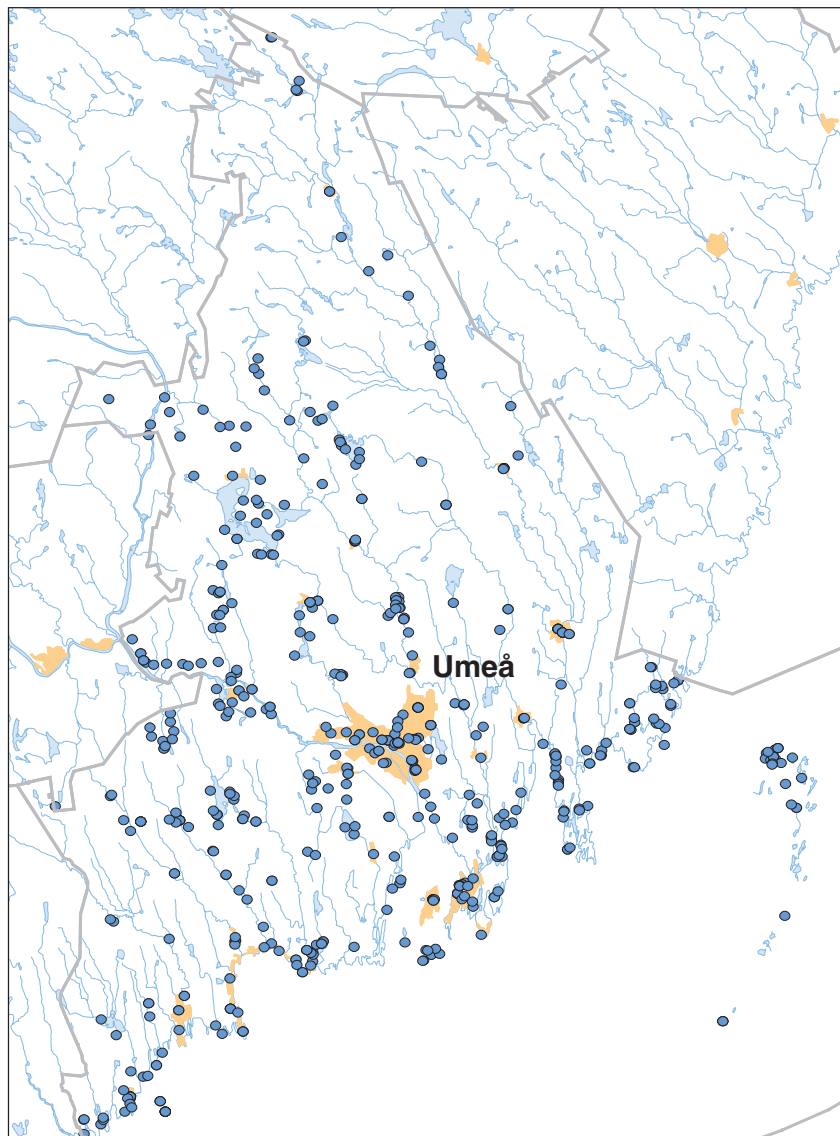


Fig. 26. Lägen för de 899 brunnar inom Umeå kommun vars kapacitet har utgjort underlag för kartbilden över grundvattentillgångarna i berggrunden (gröna och ljusbruna områden på huvudkartan).

ådringen i trä!). Då de flesta brunnar borrar vertikalt är chanserna små att man skall träffa vattenförande avlossningssprickor i områden med vertikalt eller brant stupande förskiffringsplan. I områden med flackt stupande förskiffring är chanserna naturligtvis betydligt större att få vatten. Möjligheterna är proportionella mot stupningsvinkeln. Störst möjlighet har man om man borrar med så rät vinkel som möjligt mot förskiffringsplanen. Sådana borrhningar som avsiktligt avviker från vertikalplanet brukar kallas gradade borrhningar. Hur möjligheterna att få vatten ökar vid gradade borrhningar åskådliggörs i figur 27.

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.

Detta kan vara viktigt att ta hänsyn till i områden med små grundvattentillgångar, t. ex. där tillgängligt markområde inte inrymmer några egentliga sprickzoner – dvs. de flesta villa- och sommarstugetomter. Rekommenderad borrhningsriktning framgår med en särskild beteckning på grundvattenkartan.

Tabell 2. Statistiska uppgifter om bergborrade brunnar inom Umeå kommun.

Vattenmängd (l/h)	Brunnar i berg	Energibrunnar
Q25	350	300
Median	850	1000
Q75	1800	5000
Antal	485	99

Totaldjup (m)	Brunnar i berg	Energibrunnar
Q25	43	120
Median	60	150
Q75	90	153
Antal	488	102

Jorddjup (m)	Brunnar i berg	Energibrunnar
Q25	2,0	4,0
Median	5,0	9,5
Q75	10,5	18,8
Antal	488	102

Relativ chansökning vid s.k. gradade brunnsborrningar

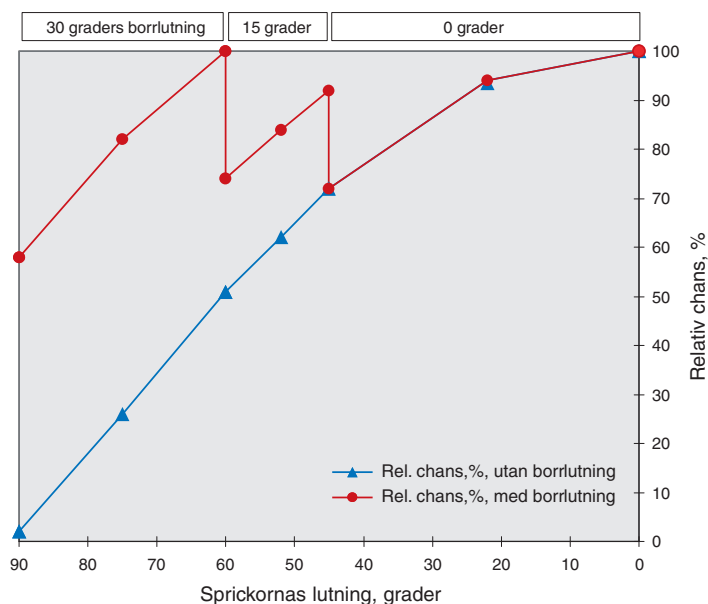


Fig. 27. Bilden visar hur den relativa chansen ökar om man vid brunnsborrning tar hänsyn till vilken riktning sprickorna har (strykning) och hur de lutar (stupar), och därvid riktar borrhningen åt rätt håll. (Diagrammet förutsätter att man alltid borrar till ett visst djup). På kartan över grundvattentillgångarna i Umeå kommun har rekommenderade borriktningar markerats i de områden där strykning- och stupningsvärden f.n. finns tillgängliga.

Vill man söka mera vatten genom borrhning i berg än vad genomsnittsvärdena anger – de gröna och ljusbruna färgerna på grundvattenkartan – är det i allmänhet nödvändigt att borra på en större, vattenförande sprickzon. De större sprickzonernas lägen i stort framgår av grundvattenkartan. Mer exakta lägen bör lokaliseras i förväg med särskilda geofysiska metoder.

För närmare information om förhållandena i berggrunden hänvisas till berggrundskartorna Ca 37 i skala 1:400 000 samt Ai 37–40, Ai 53, Ai 55 och Ai 182–185 i skala 1:50 000.

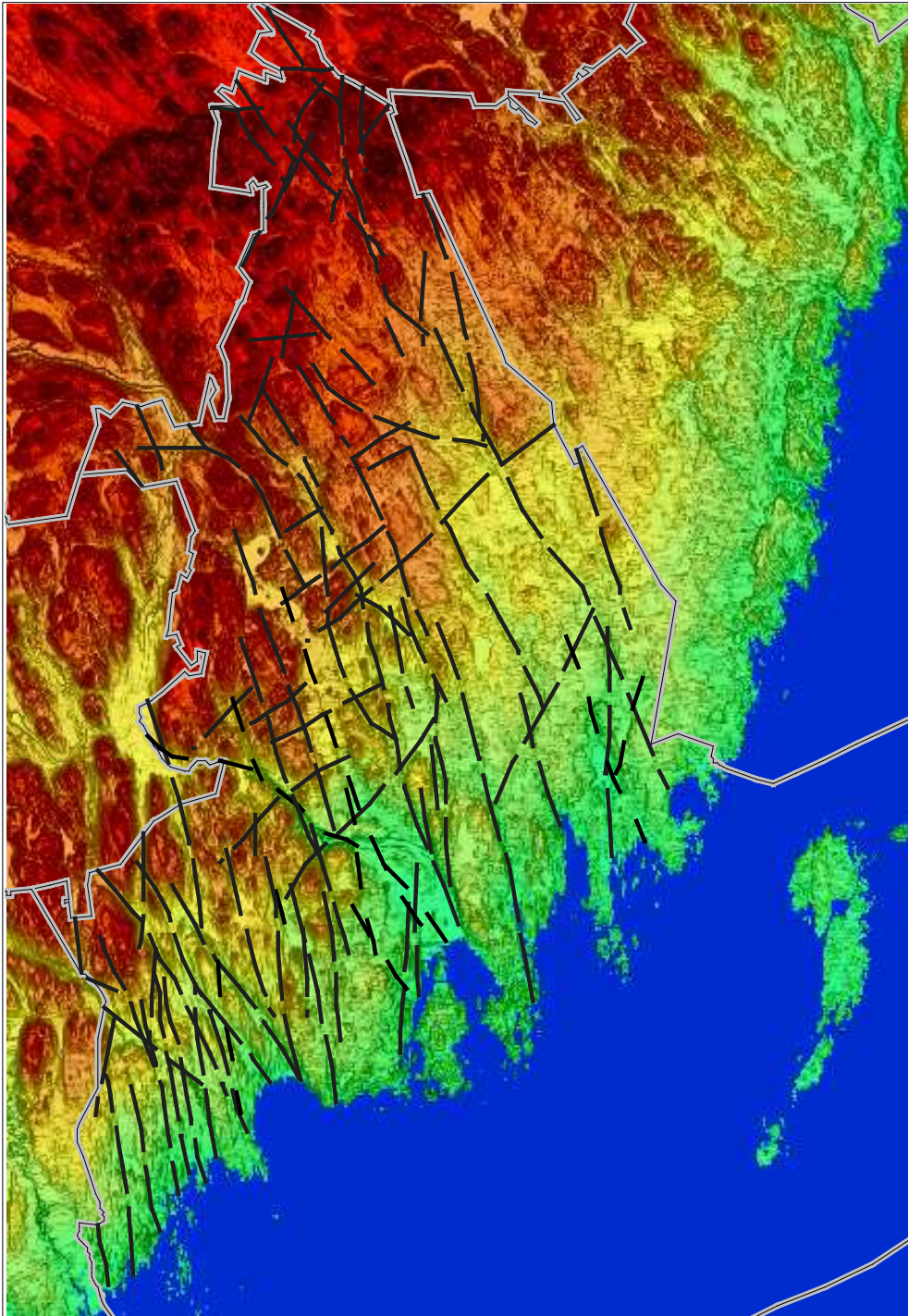


Fig. 28. Större sprickzoner i berggrunden. För att inte överlasta bilden är endast ett representativt antal medtagna. Höjdreliëfkartan i sig antyder betydligt fler.

Större sprickzoner

Umeå kommun berörs av ett flertal större sprickzoner. De största framträder i form av långa dalgångar och inskränande vikar.

Dessa sprickzoner framgår mycket tydligt på höjdreliëfkartan över Umeåtrakten, figur 28. Denna karta har tagits fram med hjälp av Lantmäteriverkets höjddatabas, där uppgift finns om markytans höjd för var femtionde längdmeter.

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

De statistiskt framtagna kapaciteterna som redovisas i två gröna färger och en brun visar att någon lagbundet förhållande mellan bergart och kapacitet i bergborrade brunnar inte föreligger annat än undantagsvis. De mörkgröna områdena antyder att goda möjligheter till uttag av vatten i borrade brunnar kan finnas inom dessa. Statistiskt ligger mediankapaciteterna här på mellan 2 000 och 6 000 l/tim under det att områden med ljusare grön färg anger mediankapaciteter i intervallet 600–2 000 l/tim. Områden med brun färg står för mindre goda uttagsmöjligheter med kapaciteter på mellan 200 och 600 l/tim. Delar av massiven av Revsundsgranit norr om Umeå och öster om Taveljö hör till den högsta klassen under det att t.ex. granitområdet väster om Täftejärden med utbredning mot Umeälven antyder mindre goda uttagsmöjligheter. Den högsta klassen finns även ute i ådergnejsområdena, t.ex. öster om Sävarån norr om Bullmark liksom inom gnejsområdet norr om Botsmark.

Exempel på den lägsta kapacitetsklassen i gnejs är t.ex. Norrmjöleområdet.

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR I UMEÄLVSÅSEN

Hörnefors–Frängstorp

Åspartiet från Hörnefors till Frängstorp följer Hörneåns dalgång. Längs denna sträcka är det väsentligen dolt av finkorniga sediment som silt och lera. Lokalt är det dock synligt som uppstickande åskullar. Närmast Hörnefors har det lokaliserats genom seismiska undersökningar, sonderingsborrning och rödrivning med insamling av jordprover för analys i fält.

Åsen kan vara sammanhängande från Hörnefors åtminstone fram till avtagsvägen mot Hössjö, ca 4–5 kilometer väster om samhället. Befintliga grustag och nämnda fältundersökningar antyder att isälvsavlagringar med vissa avbrott fortsättningsvis förekommer längs Hörneån fram till Frängstorp och Storheden.

SGUs undersökningar strax norr om Hörnefors visade att isälvsedimenten under mo och silt åtminstone lokalt skulle kunna ha en bredd på några hundra meter, se figur 29. Omkring 9 meter sand och grus noterades i R 9901, som här överlagrades av ca 12 meter mo och lera. Lerhorisonten i lagerföljden kan förklara förekomsten av ett övre grundvattensystem i moiga jordlager under det att det djupare grundvattensystemet är beläget i sand och grus.

Sand och grus på djupet noterades även i en nordligare undersökningsprofil (se figur 30). R 9902, belägen i den västra delen av profilen och som drevs till ca 27 meter, visar en mycket varierande jordlagerföljd. Här föreligger också ett övre grundvattensystem. I profilens östra del finns ett grustag med sandiga och grusiga sediment som från grustagets botten räknat når ned till ca 11–12 meters djup.

Om isälvsediment fortsättningsvis förekommer mellan Hägnäs och Bjennberg har ej utretts vid denna kartläggning. Den bitvis trånga dalgången med uppstickande hållpartier i dalbotten antyder små eller inga avlagringar.

Först söder om Frängstorp framträder åter Umeälvsåsens avlagringar i markytan i Hörneåns dalgång. Avlagringarna på denna 4 kilometer långa sträcka vilar enligt tidigare undersökningar delvis på morän. De grundvattenförande isälvsedimentens mäktighet är 2–4 meter (Kjessler & Mannerstråle 1975, VAB 1976)

En försiktig uppskattning av grundvattenresurserna längs den 15 kilometer långa dalgången mellan Hörnefors och Frängstorp är att dessa sammanlagt kan vara av storleksordningen 10–20 l/s, fördelade över hela sträckan, och att viss förstärkning av grundvattentillgångarna kan ske på sina ställen genom inducering av Hörneåns vatten.

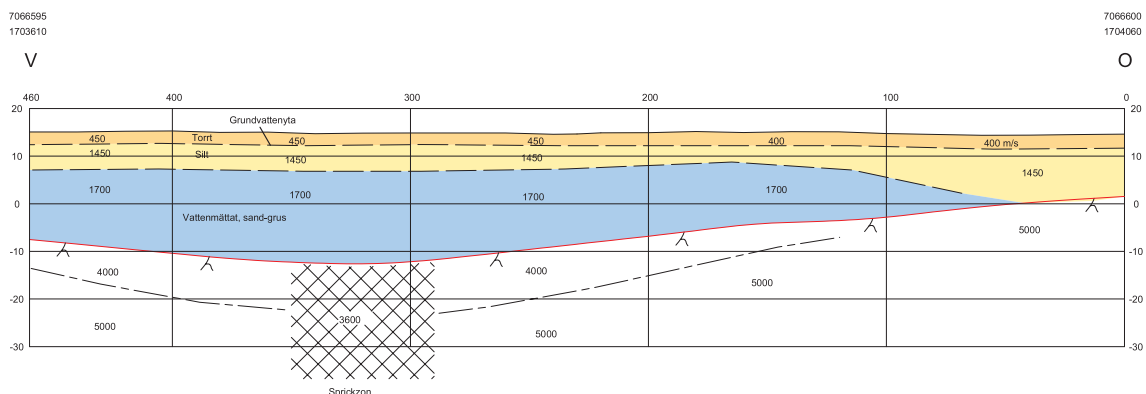


Fig. 29. Seismisk profil S1-99, Hörnefors. Borrning R 9901 i denna profil visar att mäktigheten av de vattenförande sand- och grusavlagringarna i Umeälvsåsen är ca 9 meter.

7068990
1703510

7068990
1703740

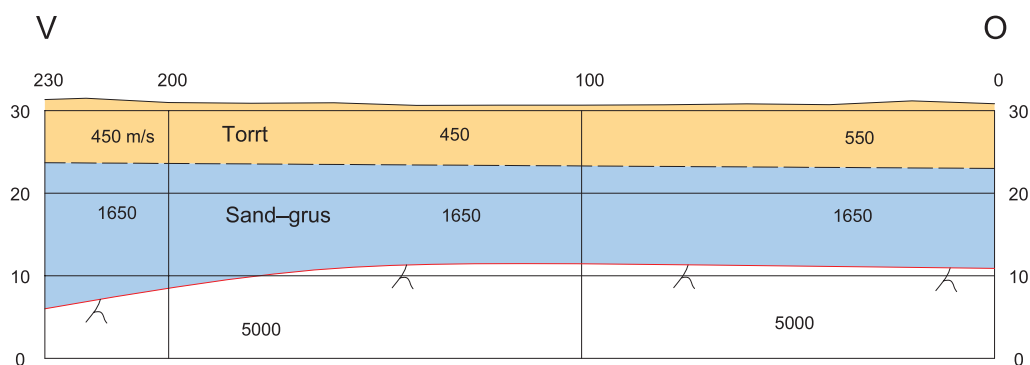


Fig. 30. Seismisk profil S2-99, Hörnefors. Profilen är belägen 3,5 kilometer norr om Hörnefors. Borrhning R 9902 utförd i den västra delen av profilen till ca 27 meters djup visade varierande jordartsförhållanden med tjocka lager av silt och lera. Grovmo, sand och fingrus noterades i de nedersta 9 metrarna.

Frängstorp–Storheden

Norr om Frängstorp breder isälvsavlagringen ut sig och bildar Storheden, som torde innehålla de största grundvattentillgångarna i detta stråk. Den mäktigare delen av grundvattenmagasinet är främst lokaliserad till den västra och södra delen av isälvsavlagringen där vattentäkten Frängstorp är belägen. Grundvattenbildningen jämte tillrinning från norr mot vattentäkten är på grund av berggrundens topografi sannolikt begränsad till den sydligaste delen av Storheden (se figurerna 31 och 32). Vattentäkten med läge nära Hörneån medför att ett visst utbyte kan ske mellan grusåsens grundvatten och åvattnet. Förutsättningar för inducering av ytvatten är särskilt stor vid höga flöden i Hörneån. Det är känt att berggrundsytan under Storheden sluttar mot väster. Seismiska undersökningar med borrhningar utförda under 1970-talet visar även att morän förekommer mellan berggrundsytan och Umeälvsåsens isälvsediment. Främst gäller detta längs Storhedens centrala och östra partier ända fram till Hössjö–Gräsmyrvägen (Kjessler&Mannerstråle 1975). En kontrollborrning utfördes av SGU 1999 vid vägskälet mot Vännäs. Sondering gjordes till ca 22 meter under markytan. Provtagning visade att under mellansand och grovmo fanns lager av lerig mo och silt som åtminstone till 15 meters djup överlagrar grovmo med inslag av grövre sediment. Den varierande lagerföljden med förekomst av leriga och siltiga sediment har här skapat ett övre grundvattensystem med en tydligt högre grundvattennivå än det undre. Hur representativa dessa förhållanden är för den västra åsgrenen i sin helhet är inte utrett.

Grundvattnet leds mot Gravabäcken som rinner söderut längs åsformationens västra sida och mynnar i Hörneån. Vid ett undersökningstillfälle i mitten av 1970-talet uppmättes vattenföringen i Gravabäcken till ca 60 l/s (VAB 1976).

I Storhedens norra del förgrenar sig grusåsen och omsluter Stensjöbrännan–Mosjöliden, ett i nord-sydlig riktning utsträckt hållområde. En grundvattendelare eller en grundvattendelarzon har lokaliserats till den östra åsgrenen som karaktäriseras av en hög bergnivå på vilken morän och moiga sediment avlagrats (se figur 34). Den västra åsgrenen som kan följas i riktning mot Mosjön synes vara en fortsättning av Storhedens grundvattenförande sediment.

De två åsgrenarna förenas norr om Mosjön. Umeälvsåsen kan norrut följas i riktning mot Vännäs där Umeälven bryter igenom grusåsen vid Trinnliden.

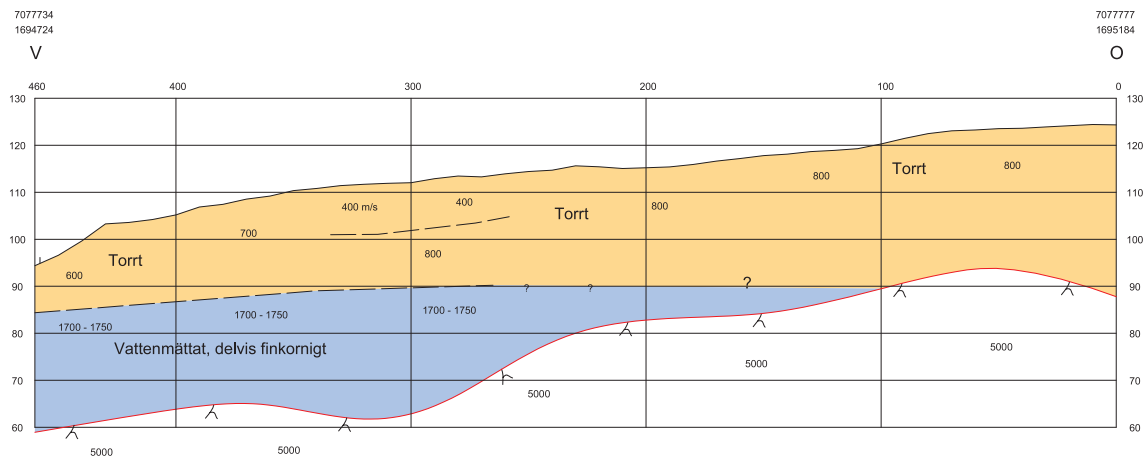


Fig.31. Seismisk profil S5-99. Öst-västlig profil i södra delen av Storheden som visar att berggrundsytan slutar mot väster med grundvattenförande sediment i grusåsens västra del.

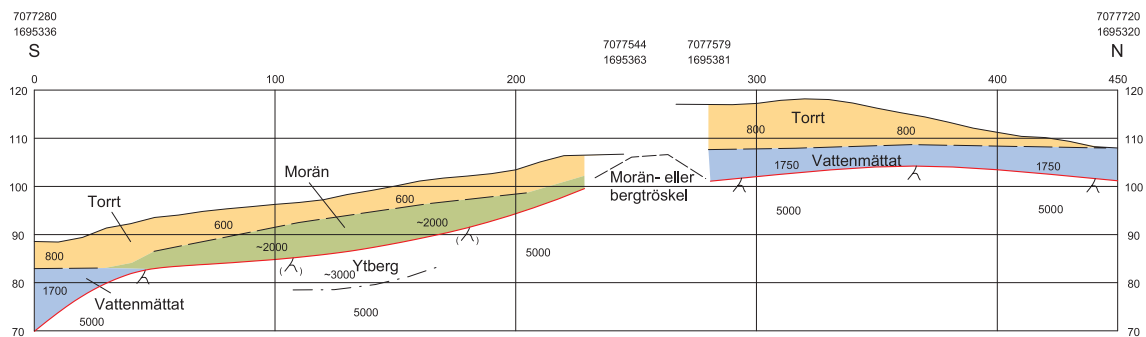


Fig.32. Seismisk profil S4-99 genom det södra grustaget på Storheden med fickor av grundvatten åtskilda av uppstickande berg och morän.

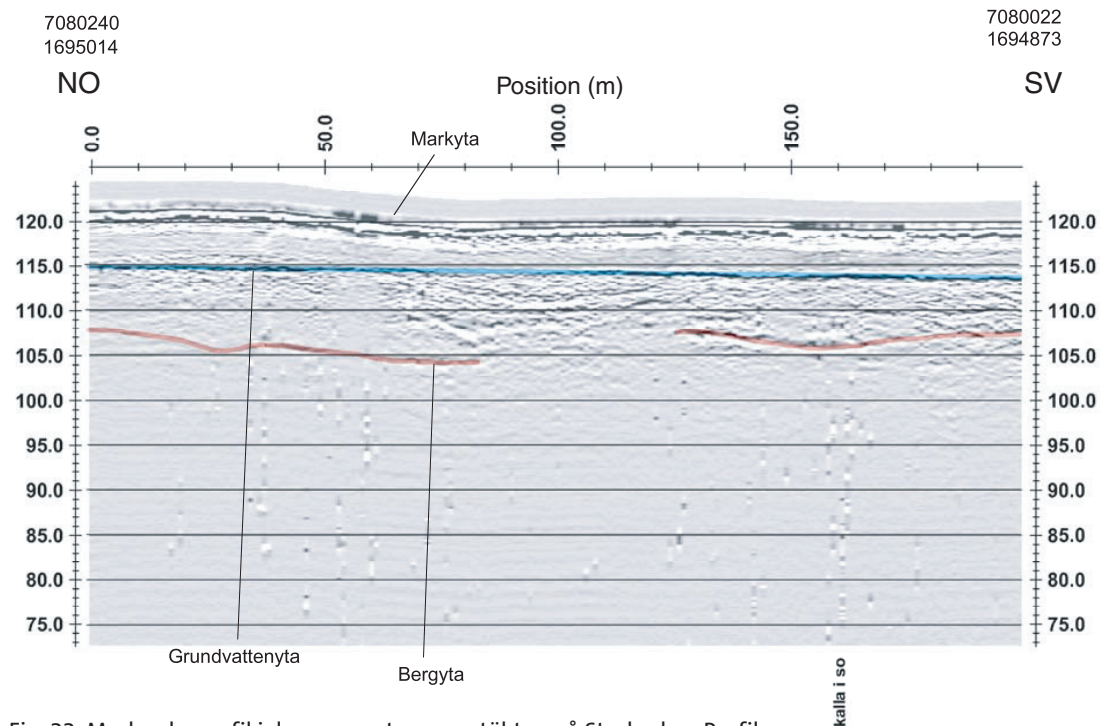


Fig. 33. Markradarprofil i den norra stora grustäkten på Storheden. Profilen visar på 10–11 meter vattenförande sand och grus under grustagets botten (jämför lagerföljd i observationsrör 9903).

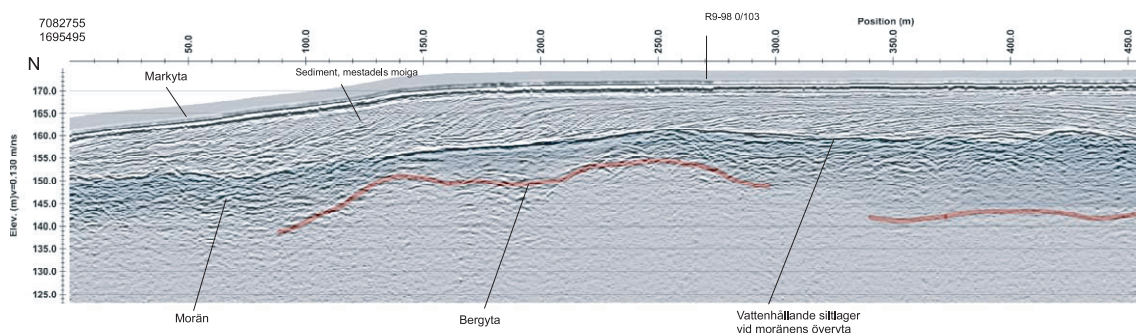


Fig. 34. Markradarprofil från grundvattendelaren/grundvattendelargrenen lokaliserad till den östra åsgrenen. Mätningarna gjorda strax norr om Hössjö-Gräsmyrvägen.

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR I VINDELÄLVSÅSEN

Stöcksjö–Umeälven vid Backen

Den sydligaste delen av Vindelälvsåsen bildar Stöcksjöheden som utbreder sig strax söder om Stöcksjön. Sand- och grusavlagringarna är här förhållandevis tunna med uppstickande hållpartier inom hedens centrala delar. Den höga berggrundsnyvån medför att grundvattnet väsentligen leds radiellt från den centrala delen av heden mot isälvsavlagringens ytterområden. Längs Stöcksjöns östra strand bildar Vindelälvsåsen en åsrygg som kan följas via Röbbäck fram till Umeälven.

I höjd med Stöcksjön, som har sitt utlopp mot söder, har grusåsen som följer östra sjöstranden en dämmande effekt på grundvattnet i grusåsen där sjövattnet i viss mån läcker genom isälvsedimenten ut på åkrarna öster om åsryggen.

I norra delen av sjön sker en strand- och botteninfiltration av vatten från sjön vilket bidrar till grundvattenbildningen i grusåsen norrut i riktning mot Röbbäck. Isälvsavlagringarnas mäktighet längs denna åssträcka är generellt större än vad som konstaterats på Stöcksjöheden. Tidigare gjorda undersökningsborrningar längs Röbbäcksheden, som numera är i det närmaste tömd på sand och grus ovanför grundvattenytan, tyder på att Vindelälvsåsens totala mäktighet ursprungligen kan ha varit åtminstone 30–50 m i åspartiet mellan Stöcksjö och älvgenombrottet vid Backen, norr och nordväst om Umåkers travbana. Den grundvattenförande delen av åsen kan variera mellan 10 och 30 m.

Grundvattenförhållandena i Vindelälvsåsen på Umeälvens södra sida visar att grundvattenytan lutar mot norr från Stöcksjön fram till älven. Utträngande grundvatten rapporteras förekomma på flera platser öster om samhället Röbbäck, bl.a. vid gamla mejeriet och t.ex. i Marakällan. I båda dessa källflöden sker utfällning av röd järnhydroxid (järnockra). Utflödet i diket vid mejeriet benämns bl.a. Linnékällan (se figur 9). Dess flöde har uppskattats till storleksordningen 10 l/s. Marakällans flöde är avsevärt mindre.

Umeälven vid Backen–Kåddisheden–Hissjön

Norr om älvgenombrottet strax uppströms Backens kyrka, där åsens grova kärna är synlig i strandzonen (se foto figur 10), har Vindelälvsåsens fortsättning, vid undersökningar på 1950-talet, spårats från älven fram till nya Vännäsvägen. Grundvattnet strömmar här mot söder. En lågpunkt i åsens grundvattensystem finns vid Backens kyrka. Åtminstone närmast älven täcks åsen av finkorniga älv- och havssediment. Åsen bryter igenom de täckande sedimenten på några ställen, bl.a. inom den centrala delen av det tidigare sjukhusområdet.

Från korsningen med Vännäsvägen och ett stycke mot Klockarbäcken har Vindelälvsåsen en tydlig ryggform som norr om Klockarbäcken övergår i en bred sandhed, Kåddisheden.

På Kåddisheden har under årens lopp ansevärliga mängder grus utvunnits och ur denna ås har tätorten Umeå hämtat sitt dricksvatten sedan 1930-talet. Forslunda vattentäkt är den största inom kommunen där med tiden konstgjord grundvattenbildning tillgripits med ytvatten från Umeälven. Omfattande undersökningsborrningar har främst sedan 1950-talet utförts i området. Till grund för placeringen av grundvattenbrunnarna vid Kulla–Forslunda låg bl.a. kunskapen om betydande källflöden i Klockarbäcken och längs Vindelälvsåsens östra gränszonen mot Rödäng–Västerslätt. Grundvattenmagasinet i den breda Kåddisheden är främst lokaliserat till den centrala och östra delen av formationen. Den grundare västra delen har emellertid betydelse för grundvattenbildningen i området.

Vid Hissjöns och Piparbölesjöns norra delar förekommer källor i strandzonen som vittnar om från grusåsen utläckande grundvatten. I motsvarande södra delar nivåskillnaderna mellan sjöytorna och underliggande grundvatten flera meter. Det senare förhållandet skapar förutsättningar för att sjövattnet genom bottenläckage kan ge ett tillskott till underliggande grundvattenmagasin.

Vid Ytterhiske plantskola, i höjd med den äldsta produktionsbrunnen vid Piparbölesjön, förekommer inom isälvsavlagringens östra del en lokal grundvattendelare betingad av ett relativt högt bergsläge under grusåsen, som bildar en tröskel i grundvattensystemet. Den grundvattenförande delen av Vindelälvsåsen är i detta avsnitt vid Kullasjön endast ett fåtal meter mäktig.

Härifrån leds grundvattnet längs åsen söderut mot Forslunda. Mellan Piparbölesjön–Kullasjön och vattentäktområdet vid Forslunda, en sträcka av ca 3 kilometer, faller grundvattenytan närmare 40 meter med den största nivåskillnaden mellan Piparbölesjön och Kulla.

Det dominerande grundvattenflödet i Kåddisheden är riktat mot Västerslätt och Rödäng med en sydlig gräns vid en rörlig grundvattendelare som redan på 1960-talet lokaliserats till åspartiet vid Klockarbäcken. Betydliga nivåskillnader mellan ytvatten och grundvatten har som nämnts konstaterats i Piparbölesjöns–Kullasjöns södra del vilket tyder på att grundvattensystemet med flöde mot Forslunda inte nämnvärt fylls på med sjövattnet. Ett visst läckage genom sjöbotten torde dock här äga rum liksom i södra delen av Hissjön–Yttersjön uppströms Salomonsbesök.

Utläckande grundvatten längs Hissjöns och Piparbölesjöns norra strandzon avrinner som ytvatten via sjöarnas utflöden. Liknande förhållanden råder längre norrut längs Vindelälvsåsen i Taveljöns norra del, där grundvatten från Vindelälvsåsen läcker ut i strandzonen vid badplatsen vid Strand invid Vindelvägen.

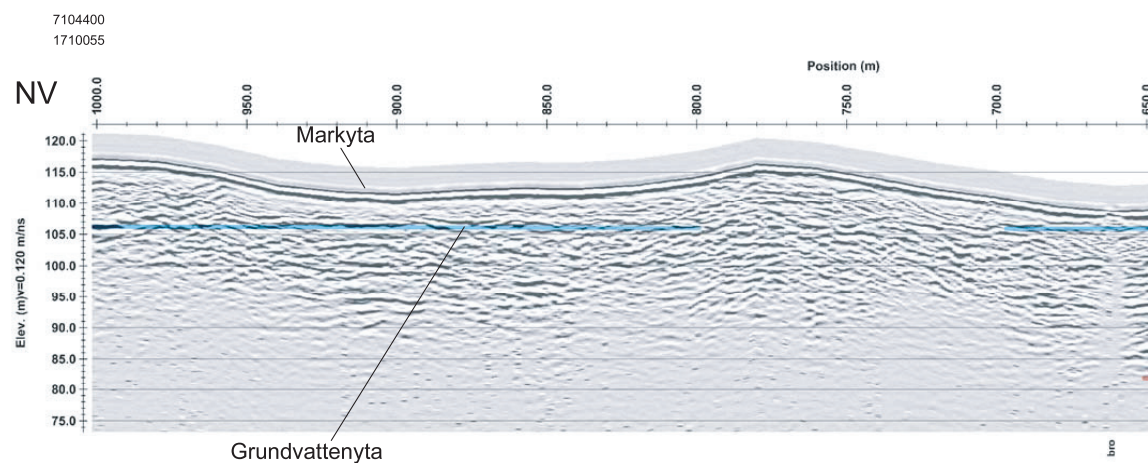
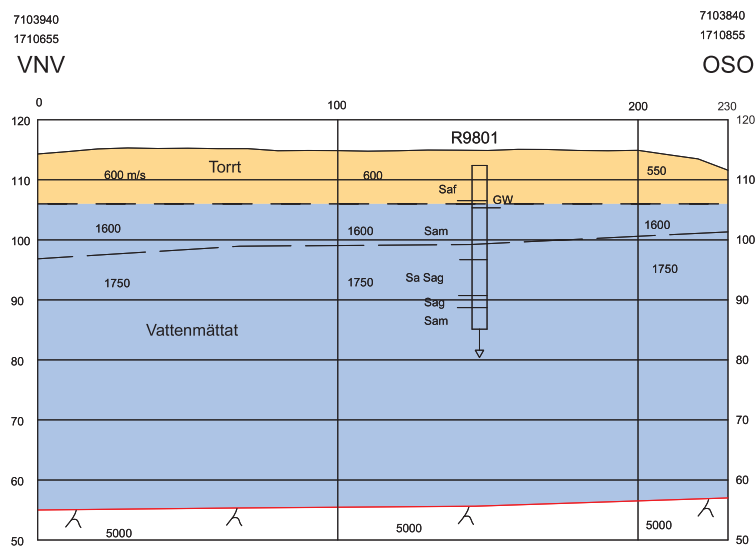
Tekniska utredningar från 1960-talet visar, vad beträffat flödesbilden från Piparbölesjön söderut, att merparten av grundvattnet strömmar ut mot slätten öster om Forslunda och att en rörlig grundvattendelare finns mellan Forslunda och väg E 12 (Vännäsvägen). Den torde främst vara betingad av Vindelälvsåsens geologiska uppbyggnad, vilket tillsammans med berggrundsyttans nivå och topografi i detta område skapar en tröskel i grundvattensystemet. Mäktighetsförhållandena mellan finkorniga sediment som mo och silt och på djupet förekommande sand och grus torde också spela en viss roll för grundvattnets rörlighet. Ett uppstickande hållparti förekommer i korsningen mellan grusåsen och Vännäsvägen.

Grundvatten som bildas i åspartiet söder därom leds söderut mot Umeälven, där älven bryter igenom Vindelälvsåsen vid Backens kyrka (se figur 10). Att grundvattenbildningen och flödet inte är obetydligt längs detta åsparti framgår av en utredning gjord på 1950-talet som antyder att 60–70 l/s sannolikt kan utvinnas ur åspartiet närmast älven (VAB 1959).

Hissjön–Haddingen

Vindelälvsåsens kontaktzon med Tavelsjöbäcken vid Haddingen förefaller vara bred, enligt seismiska undersökningar utförda av SGU 1995 och 1998. Åsens bredd torde uppgå till minst 500–800 m. Isälvsavlagringar med varierande kornstorlekar bör mer eller mindre fylla ut den breda och

djupa dalen mellan Hissjön och Tavelsjön. Mäktigheten hos grusåsen vid Haddingen är 50–60 m vilket konstaterats vid seismiska undersökningar (SGU 1995). Två borrhningar som utförts i Haddingenområdet 1998 och som främst syftat till att fastställa grundvattenytans nivå har också givit information om isälvsedimentens kornstorlek, åtminstone i de övre 25–30 metrarna av lagerföljden. Borrhning R 9801, som nedfördes till 27 meter, visar att under ett lager av 6 meter grovmo förekommer mellansand och grovsand till borrhat djup. Borrhning R 9802 vid Haddingenkrogen (se figur 11), med samma djup som föregående, visar också på sandiga sediment överlagrad av 8 meter grovmo. Här noterades även förekomst av fingrusavlagringar på ca 20 meter. Ingen av dessa två borrhningar redovisar förekomst av lera och silt i den centrala delen av dalgången. Hur förhållandena är i sidled utanför den centrala åskärnan är ovisst men har betydelse för kunskapen om grundvattenbildningen i det aktuella området. Dessa förhållanden är också av vikt för ställningstaganden när det gäller utformningen av en primär skyddszon för vattentäkten i detta åsparti.



Seismiska mätningar som utförts av SGU år 1995 i området strax norr om Ökvattnet visar på ca 60 meters mäktighet, vilket även antyds av den seismiska profilen S1-98 som utfördes i föreliggande projekt ca 150 meter norr därom, mellan Haddingenavan och Tavelån (se figur 35). Åsens vattenförande egenskaper i de vid borrningen av R 9801 återstående 30 meter ned till underliggande berggrundsytta är ej undersökta.

Grundvattenflödet söderut i åsen mot Hissjön kan förutsättas till stor del vara betingat av strand- och botteninfiltration av Tavelsjöns vatten i kontaktzonen mellan Taveljön och Vindelälvsåsen och från Tavelån. Bredden av denna zon är inte i detalj känd men de seismiska undersökningarna från 1995 anger minst 500 meter. En säker flödeskanal torde vara den grova åskärnan som bildar Kammen och som synes vara en central del av grusåsen och som verkar fortsätta ett gott stycke söderut i åssystemet vid Haddingen (figur 36).

Induceringen av Tavelsjöns vatten kan öka högst väsentligt om grundvattennivån i magasinet avsänks i samband med grundvattenutvinning i Haddingen. Den avsänkningstratt som härvid uppkommer kan förutsättas söka sig bl.a. mot Taveljön och den breda kontaktzonen mellan sjön och åsen. Likaså torde källflödet vid Grossmyran minska vid induceringen. Detta källområde är beläget mellan Haddingen och Hissjö. Framträngande grundvatten av storleksordningen 30–50 l/s rinner söderut längs Vindelvägen mot Hissjön. Vid Hissjöns norra strand sker ytterligare läckage av grundvatten från åsen.

Grundvattenytans nivåskillnad mellan Taveljön och Hissjön, en sträcka på ca 5 kilometer, uppgår till ca 25 meter, vilket betyder en genomsnittlig lutning hos grundvattenytan på ca 5 promille. Vilka variationer i grundvattenytans lutningsförhållanden som kan förekomma längs denna åssträcka är ännu inte utrett. För att närmare undersöka detta och grundvattnets flödesmönster i övrigt behövs ett antal observationsrör som åtminstone till att börja med kan sättas i de seismiska profiler som SGU mätte 1995.

Haddingen–Rödåsel

Från Haddingen och norrut fram till Lyckebo är åsen synlig med tydlig skarp ryggform längs Kammen. Öarna Långön och Granön i Taveljön vittnar om att Vindelälvsåsen avlagrats på sjöns botten, vilket även torde gälla sträckan mellan Granön och badplatsen vid Strand. Vid badplatsen kan åsens kontur iakttas som en svag ryggformig upphöjning i terrängen. De geofysiska undersökningarna vid Strand visar på ansemliga jorddjup som varierar mellan 25 och 40 meter i den 190

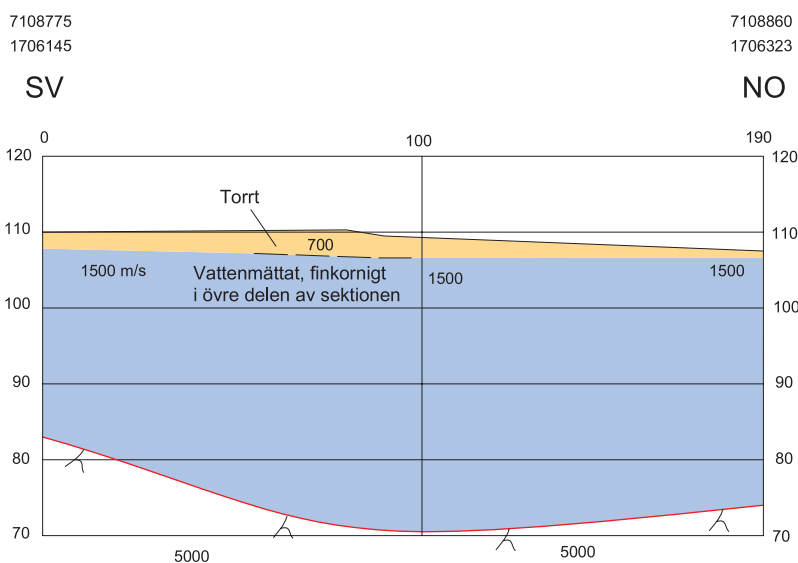


Fig. 37. Seismisk profil från Tavelsjö-Strand. Den 190 meter långa profilen som sträcker sig tvärs över Vindelälvsåsen vid badplatsen visar ansemliga jorddjup.

meter långa seismiska profilen, se figur 37. Djupet till berg stödjer antagandet att åsen fortsätter söderut på sjöns botten i riktning mot Granön.

Norr om Tavelsjön, sydost om Långtjärnen, är den på en begränsad sträcka bredare. Huruvida isälvsedimentens utbredning här är betingad av berggrundens nivå eller ej är inte utrett.

Vidare norrut har åsen en tydlig ryggform från Djupbäckstjärnen och Långtjärnen i riktning mot Mariedal, där åsen åter breder ut sig. Mycket talar för att åskärnan här återfinns i den östra delen av detta breda åsavsnitt. Den har en ganska brant västsida och uppvisar ett system av åsgropar.

Här har också en grundvattendelare eller grundvattendelarzon identifierats, vars geologiska uppbyggnad förefaller vara tämligen komplicerad.

Borrningen vid Mariedal, R 9806, som 1999 fördjupades från 21 till 34 meter, visade på att ett övre och ett undre grundvattensystem förekommer åtminstone i detta avsnitt av Vindelälvsåsen. Finkorniga sediment, silt och lera, förekommer på olika nivåer i lagerföljden, växellagrande med i huvudsak sand. Vindelälvens högsta punkt är belägen vid avtagsvägen till Rödåsel. Här torde den centrala delen av grundvattendelaren/grundvattendelarzonen ligga.

Resultaten från seismiska mätningar jämte borrhningar utförda mellan Mariedal och Hundsjön har visat att grundvattenytan lutar från Mariedal eller åspartiet strax norr därom mot Hundsjön med förhållandevis liten gradient. Vid olika mättillfällen har det noterats att grundvattenytans nivåskillnad mellan rör R 9806 vid Mariedal och rör R 9803 på Holmen i Hundsjön (se figur 14), en sträcka på ca 2 kilometer, är ca 1 meter vilket motsvarar en gradient på ca 0,5 promille. Söder om grundvattendelaren är lutningen större. Mellan R 9806 och R 9804 vid Långtjärnen, en sträcka på drygt 2 kilometer, uppgår nivåskillnaden till ca 6 meter vilket motsvarar ca 3 promille i genomsnitt, dvs. normala lutningsförhållanden.

Mellan grundvattendelaren och Hundsjön har åsen flacka ytformer som övergår i en skarp åsrygg ute i Hundsjön, Holmen. Seismiska mätningar kompletterade med en borrning ca 250 meter söder om Hundsjöns badplats visar jordlagermäktigheter på ca 60 meter, se figur 38. Den 500 meter långa seismiska profilen visar på en förhållandevis flack berggrundsytan som stiger mot Vindelvägen och den östra dalsidan. Borrningen, som Umeå kommun lät utföra i den seismiska profilens mittpunkt bl.a. som stöd för en säkrare tolkning av grundvattnets nivå och strömningsriktning mellan området vid Mariedal och Hundsjön, gav vid handen att den grundvattenförande delen av grusåsen ovanför berggrundsytan är ca 20 meter mäktig och består av sand och grus. Dessa sediment täcks av finkornigare jordlager innehållande silt ned till ca 25 meter under markytan.

Lodningar i sjön visar på stora djup intill åsryggens östra sida. Dessa fördjupningar kan tolkas som åsgropar. Från grundvattensynpunkt är förhållandena kring sjön och åsens sträckning norrut oklara. Sjön tycks inte ha någon tydlig förbindelse med åsens grundvattensystem eftersom grundvattenytan i åsen på Holmen ligger väsentligt under sjöytan (se figur 39). Grundvattennivån på Holmen är nära identisk med grundvattenytans läge i en bergborrad brunn strax väster om sjön i Fredrikshall. Genom Sotesbäcken avrinner Hundsjön norrut mot Rödån.

Även om grundvattenförhållandena och sjöns vattenbalans inte är i utredda kan det antas att tillflödet till sjön sker genom grundvattentillrinning norrifrån samt genom små bäckar i sjöns omgivning. Det kan vidare inte helt uteslutas att ytterligare en grundvattendelare eller tröskel finns längs åsen mellan Hundsjön och Rödå samhälle.

Norr om Hundsjön fram till Rödå tilltar åsens bredd och i Rödå reser den sig betydligt över terrängen i väster. I fortsättningen fram till Vindelälven har den en tydlig ryggform (Rödåkammen). Åsen förefaller även breda ut sig på djupet mot älven täckt av relativt finkorniga sediment. Vid den drygt 20 meter djupa borrhningen vid Rödås vattentäkt, belägen nära Vindelälven väster om åsen påträffades grundvattenförande sand och grusavlagringar täckta av flera meter silt (VAB 1996).

Grundvattentillgången i grusåsen mellan grundvattendelaren i Mariedalsområdet och Vindelälven är säkert betydande. Flödesförhållandena är dock något oklara i området mellan Hundsjön och samhället Rödåsel. Vid lågt vattenstånd i älven syns t.ex. ett tydligt utflöde av grundvatten på bred front längs dess östra strand från Rödås utflöde i älven och ett stycke nedströms.

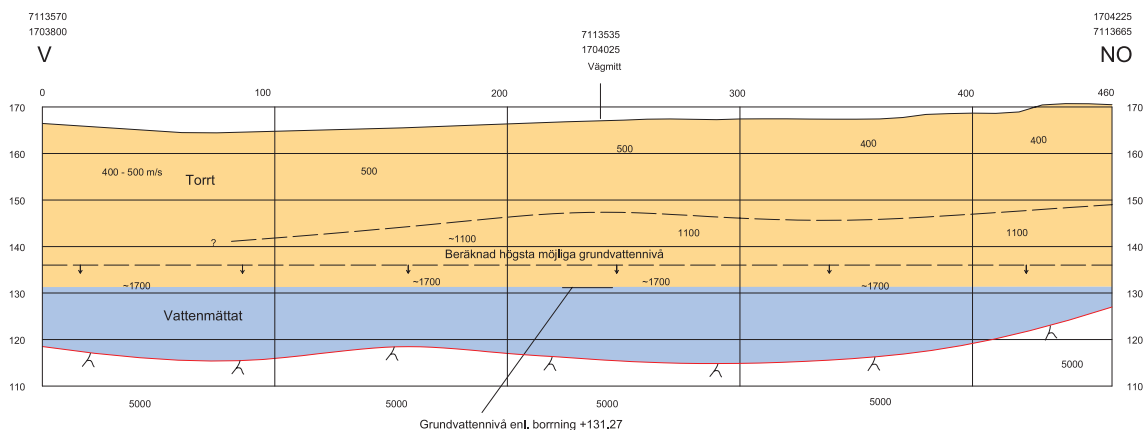


Fig. 38. Seismisk profil S3-98 söder om Hundsjön utförd tvärs över Vindelälvsåsen. Ca 20 meter av vattenmättade sandiga och grusiga isälvsediment. I profilen har utförts en 150 millimeters odexborrning utförts ner till berggrundsytan.

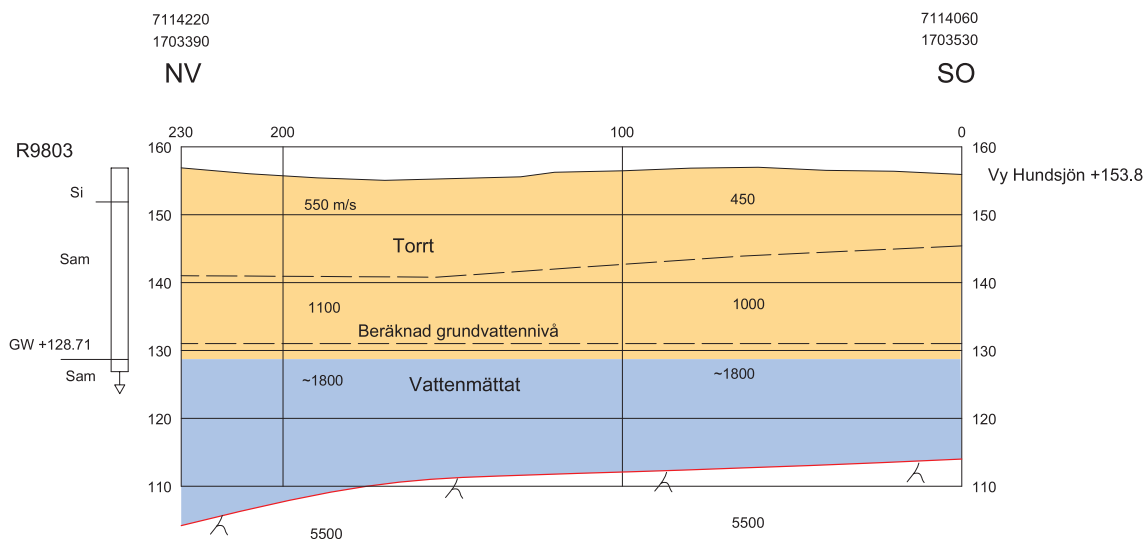


Fig. 39. Seismisk profil S7-98 längs Holmen i Hundsjön. Notera att åsens grundvattenmagasin är beläget betydligt under Hundsjöns yta. Jämför resultatet från borring R 9803 nedförd till 30 meter under markytan strax norr om profilen.

I detta område övertväras åsen av älven för att därefter fortsätta norrut på älvens västsida fram till nästa älvgenombrott vid Rödåheden. Den s.k. Selvkammen är en åsrygg som höjer sig över omgivande älv- och havssediment i området mellan de två älvgenombrotten. Inte minst närheten till Vindelälven med möjlig inducering av älvvatten i åssystemet gör att grusåsen i detta område förmodligen har stor potential för grundvattenuttag.

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR I SÄVARÅSEN

Sävarheden

Sävaråsens längd från Sävar i söder till norra kommungränsen är ca 55 kilometer, varav ca 12–13 kilometer kan sägas utgöra Sävarheden mellan Sävar och Bullmark. Fotografier från Sävaråsen visas i figur 15 och 16.

Grundvattnet i den del av åsen som benämns Sävarheden nyttjas för vattenförsörjningen för Sävares samhälle med omgivning. Ur åsen hämtar även Gunnismarks by sitt vatten liksom ett antal enskilda vattenförbrukare.

Ett karaktäristiskt drag för Sävarheden är den bredd som åsen har. Det gäller i princip hela Sävarheden och särskilt avsnittet norr om Stor-Malsjön fram till Tålsmark, inom vilket en grundvattendelare eller grundvattendelarzon uppenbarligen finns. Åspartier med tydlig ryggform förekommer främst norr om Bullmark.

Totalt bör Sävarhedens grundvattentillgångar ligga i intervallet 50–125 l/s, vilket dock kräver ett flertal uttagsplatser. Undersökningen av Sävaråsen har som en komplettering till tidigare undersökningar koncentrerats till norra delen av Sävarheden fram till Bullmark, inom vilket område sex georadarprofiler utfördes, se figurerna 40–50. I profilerna R2-99 och R6-99 sattes observationsrören R 9908 respektive R 9909. De sex georadarprofilerna utfördes inom en ca 6 kilometer lång åssträcka.

Av undersökningsresultaten från georadarmätningarna att döma kan mäktigheten hos de grundvattenförande jordlagren vara 10–20 m åtminstone i området mellan avtagsvägen till Gunnismark och Tålsmark. Den nära kilometerlånga georadarprofilen R1 visas i figurerna 40, 41 och 42.

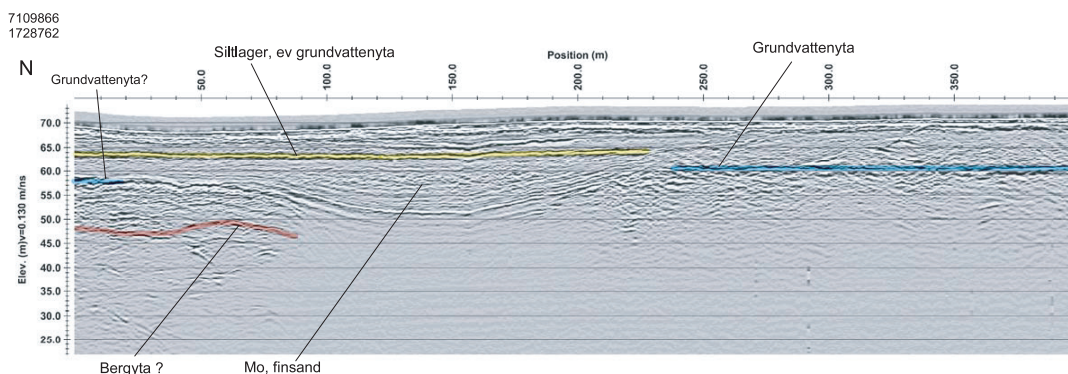


Fig. 40. Georadarprofil R1-99, norra delen. Den nord-sydliga profilen i höjd med Tålsmark visar att de grundvattenförande grusavlagringarna här kan vara upp till 10–15 m mäktiga.

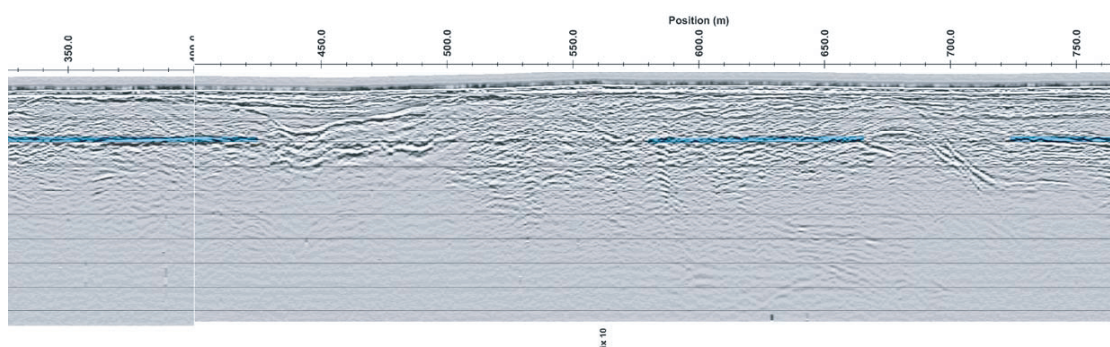


Fig. 41. Georadarprofil R1-99, mellersta delen.

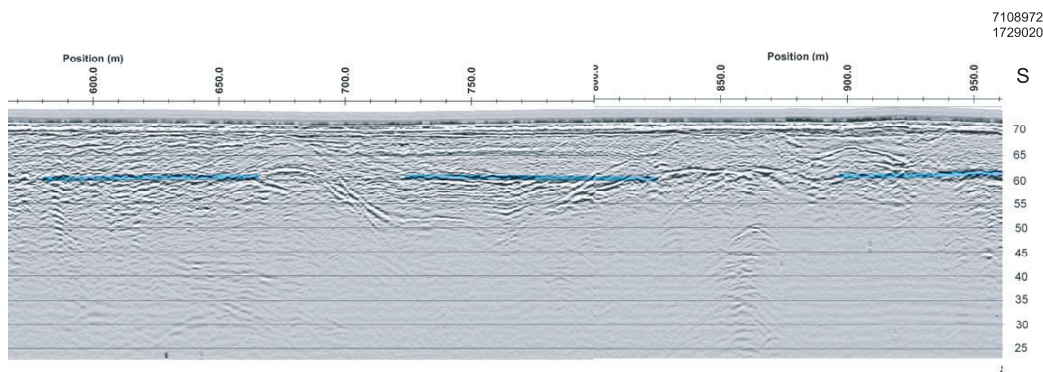


Fig. 42. Georadarprofil R1-99, södra delen.

Med ledning av tidigare undersökningar och den information som kompletterande georadarundersökningar och borrhningar ger om grundvattenförhållandena på Sävarheden mellan Sävar och Tålsmark–Bullmark kan konstateras att huvuddelen av det grundvatten som bildas på Sävarheden väsentligen strömmar österut mot Sävarån. På vissa sträckor kan en dränering längs åsen tänkas ske. Särskilt gäller detta åsavsnitt där berggrunden framträder mellan den centrala åsen och Sävarån. Radarprofil R4-99 (figur 50) visar en situation där det höga bergläget kan bilda en tröskel eller förträngning i grundvattensystemet. Sannolikt kan det finnas fler sektioner längs Sävarheden med liknande förhållanden.

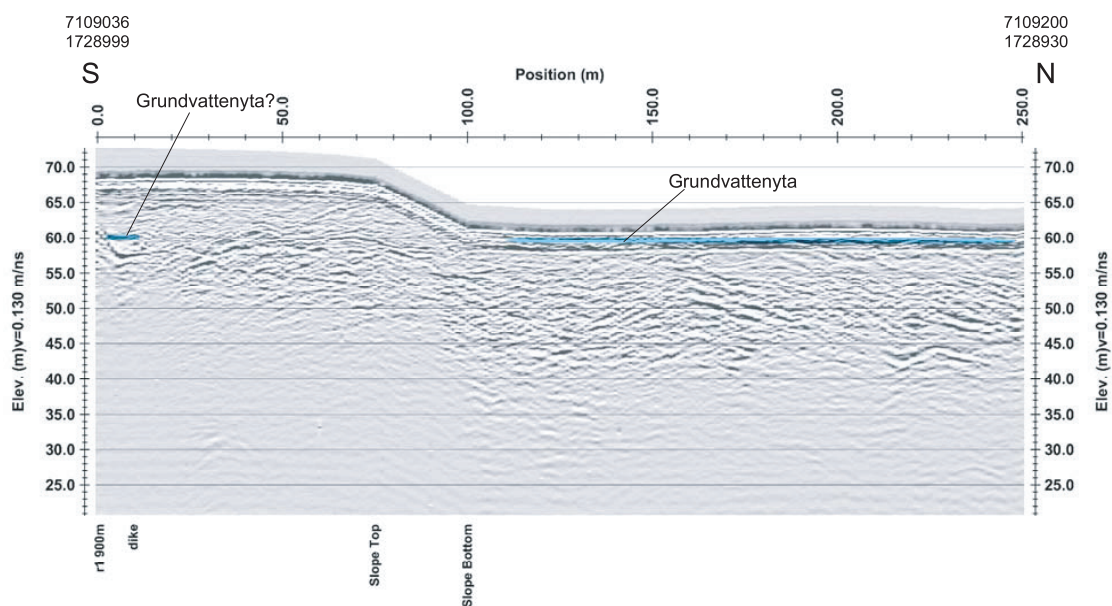


Fig. 43. Radarprofil R2-99 ansluter till R1 mot öster och ett befintligt grustag. I norra änden av profilen sattes rör R 9908. Jordlagren bestod ned till 5,7 meter av sandig grovmo. Grundvattenytan befinner nära grustagets botten.

Ansenliga jorddjup i åsens östra delar kan illustreras av förhållandena i georadarprofil R6-99 (figur 44). Sonering vid borrhning R 9909 utförd i profilens östra del visar på åtminstone 20 meter jorddjup med grova isälvsediment på djupet. Måktigheten hos de grundvattenförande jordlager uppgår till 15 meter eller mer.

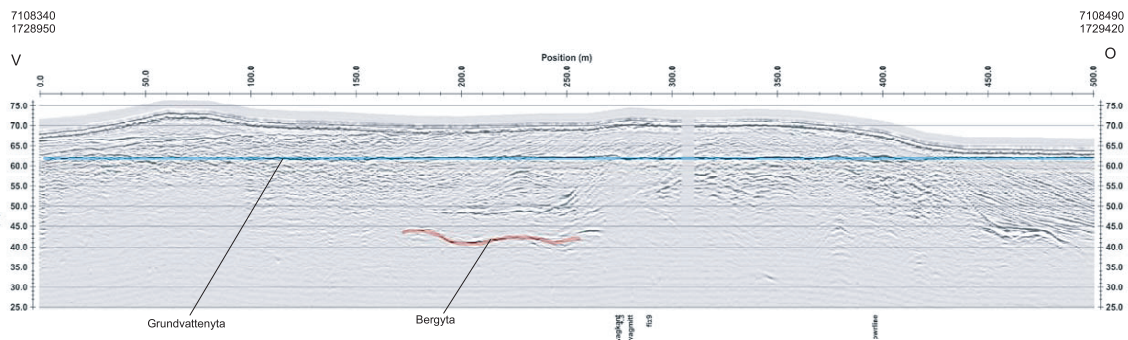


Fig. 44. Radarprofil R6-99 tvärs över åsen ca 1 kilometer norr om Lill-Malsjön. Grundvattenytan lutar här men med liten gradient mot öster. De grundvattenförande lagrens mäktighet kan vara 15 meter eller däröver.

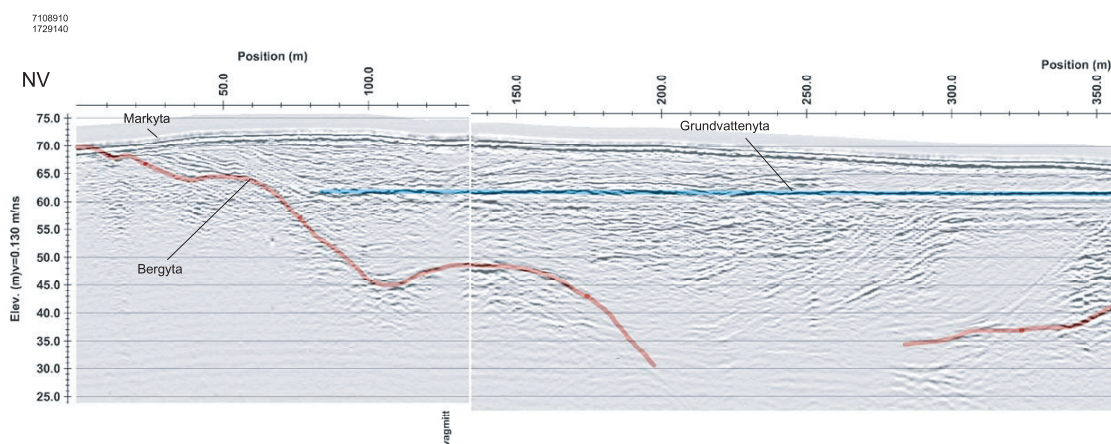


Fig. 45. Georadarprofil R3-99 är drygt 850 meter lång och är ett exempel på berggrundsyntans höjdvariationer under grusmassorna. Profilens västra del.

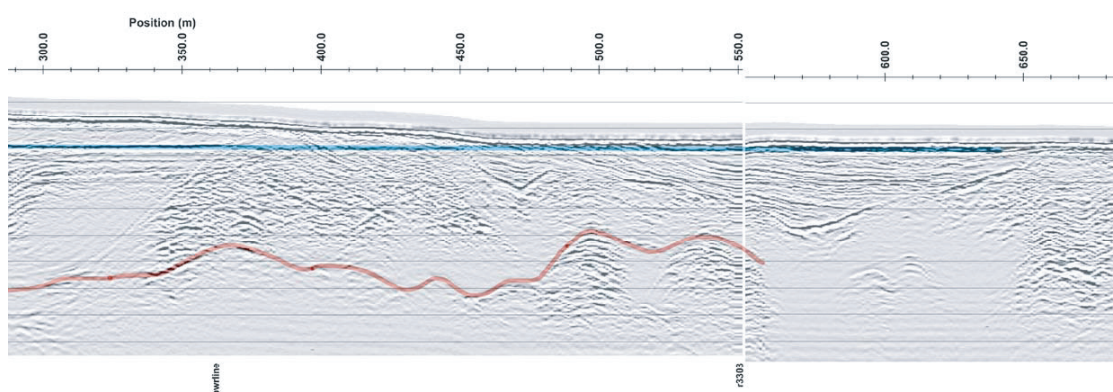


Fig. 46. Georadarprofil R3-99, mellersta delen.

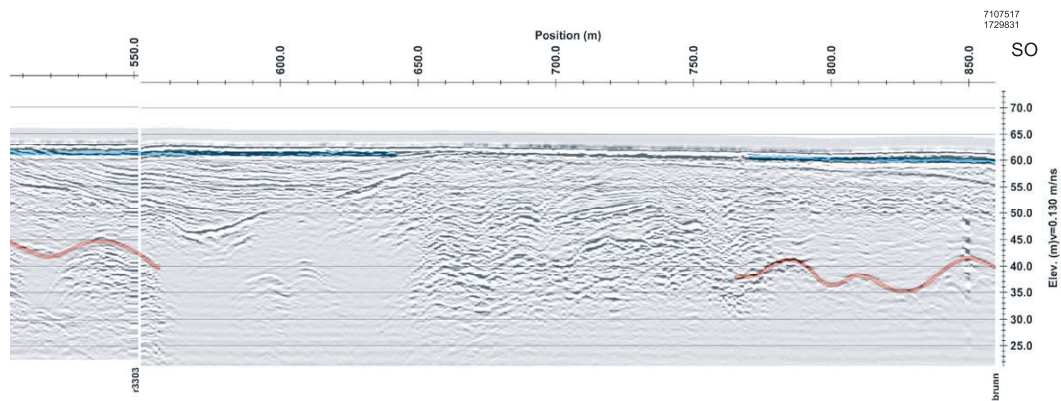


Fig. 47. Georadarprofil R3-99, östra delen.

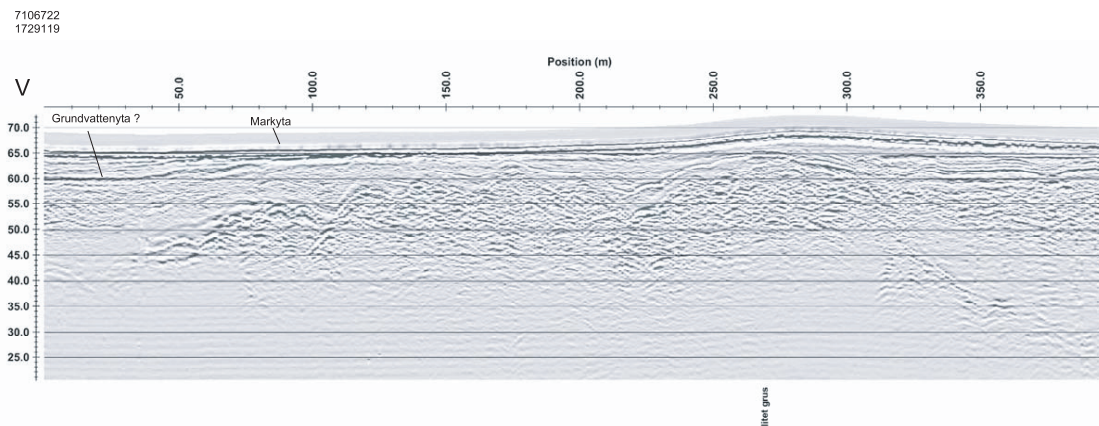


Fig. 48. Georadarprofil R5-99 tvärs åsen fram till Sävarån i området norr om Stor-Malsjön.

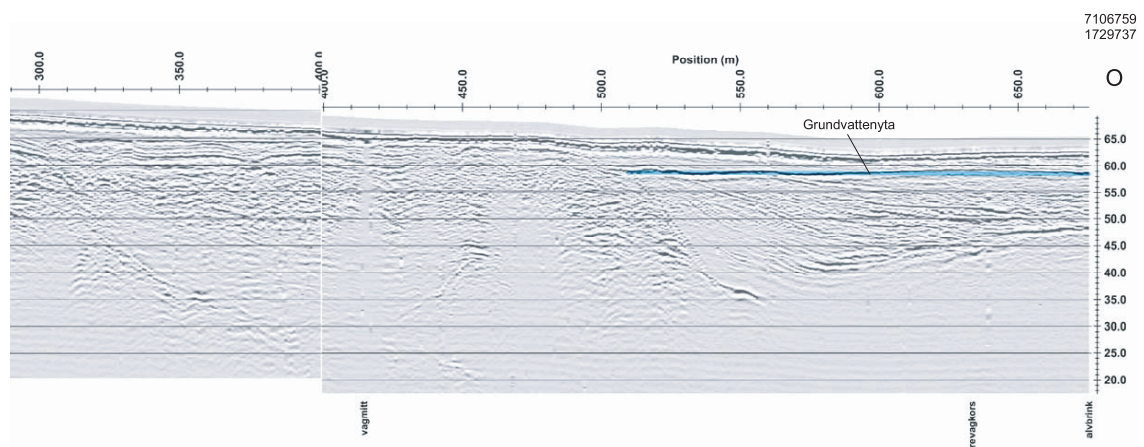


Fig. 49. Georadarprofil R5-99, östra delen.

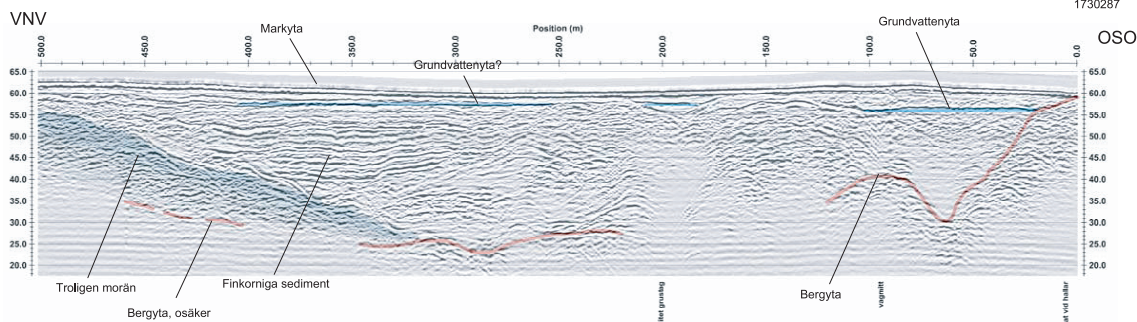


Fig. 50. Georadarprofil R4-99. Undersökning mellan Stora Kvarntjärnen och Gunnismark vattentäkt. Isälvsavlagringen gränsar i väster till berg och morän. I profilens östra del framträder berggrunden nära markytan.

Sonderingar utförda i Sävaråns dalgång söder om samhället vid avloppsreningsverket antyder att grundvattenförande grovmo och även grövre isälvsediment med flera meters mäktighet kan finnas på djupet täckta av finkorniga sediment. För att säkrare fastställa förhållandena i dalgången söder om Sävar krävs dock ytterligare undersökningar.

Utläckande grundvatten, källor, förekommer på ett flertal platser längs Sävarheden. Större delen av läckaget sker diffust på bred front i Sävarån. Mer koncentrerade källflöden har vid tidigare undersökningar noterats t.ex. i höjd med Segasjön på åsens östra sida där sammanlagda flöden uppskattas till ca 4–5 l/s. Andra utflöden har lokaliserats till Sävaråns västra strandzon i höjd med Sävars kyrka (VAB 1970).

Sävaråsen norr om Sävarheden

Inom kommunen sträcker sig Sävaråsen ca 40 kilometer norr om Sävarheden. Norr om Bullmark är Sävaråsens grundvattenförhållanden mindre kända.

Lokalt torde relativt stora mängder grundvatten kunna utvinnas. Möjligheterna ökar i närheten av sjöar och vattendrag. Totalt bör rimligen den totala grundvattenresursen längs åsen norrut till kommungränsen ligga i samma kapacitetsintervall som i Sävarheden, 50–125 l/s. Sannolikt förekommer grundvattenbassänger av varierande storlek längs Sävaråsen, begränsade av ett flertal grundvattendelare. Förhållandena kan allmänt sägas vara något gynnsammare längs de djupare och bredare partierna av Sävaråns dalgång. De närmsta fem kilometrarna uppströms Gravmark skulle kunna vara ett sådant exempel liksom åspartiet längre norrut mellan Botsmarksjön och Hötrasket. Här kan man förmoda en sydlig grundvattendelare vid den förstnämnda sjön.

Sävaråsens förgreningar

Sävaråsen har två förgreningar. Den södra avlänkas från huvudåsen västerut vid Klappmark och den nordligare förgreningspunkten återfinns strax norr om Botsmark vid Hötrasket. Den förra kan följas från Klappmark mot Mickelsträsk och ytterligare 7–8 km mot nordväst med ett möjligt avbrott i höjd med Snörsjön ett par kilometer nordväst om Mickelsträsk. Efter ett längre avbrott längre norrut framträder åsen öster om Vindel-Ånaset och fortsätter därefter fram till Blåkullträsket. Längs denna biås till Sävaråsen torde grundvattentillgångarna vara högst varierande. Relativt goda möjligheter bör t.ex. finnas i åspartiet vid Mickelsträsk där grusåsen till stor del avlagrats på sjöbotten. Av de topografiska förhållandena i området att döma strömmar grundvattnet i åsen någon kilometer norrifrån mot Mickelsträsket.

Även isälvsavlagringarna vid Stor-Långmyran nordväst om Mickelsträsk kan ha en förhållandevis betydande grundvattentillgång. Detta ca 3 kilometer långa åsparti omges emellertid av myrmarker, vilket torde innebära att vissa frågetecken finns avseende vattenkvalitet. Främst gäller detta risken för förhöjda järn- och mangankoncentrationer.

Vid den nordligare åsförgreningspunkten nordväst om Botsmark följer ett åsstråk Norsåns dalgång norrut mot Ytteråträsk med fortsättning längs ån fram till kommungränsen söder och väster om Floda. Några större grundvattentillgångar torde inte finnas längs denna åssträcka med undantag för det parti av grusåsen som gränsar till några mindre sjöar nordväst om Yttersmark.

Bland spridda och isolerade isälvsavlagringar som har begränsat intresse ur grundvattensynpunkt regionalt kan nämnas en mindre förekomst söder om Lillsävarträsk och en annan nordost om Furunässjön mellan Yttersmark och Vindel-Ånaset.

GRUNDVATTNETS KEMI

Grundvattnets kemi i allmänhet

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

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

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

Grundvattnets surhet, vätejonkoncentrationen, anges som pH. Låga pH-värden kan bero på effekter av den sura nederbörden, men kan också ha naturliga orsaker. Ett ytligt grundvatten som är naturligt surt p.g.a. hög halt humussyror och/eller högt koldioxidtryck, kanske aldrig hinner neutraliseras under sin uppehållstid i det grundvattenförande lagret. Vätejoner förbrukas vid vittringen varvid pH ökar. Vatten från grävda brunnar har i allmänhet lägre pH-värde (är surare) än vatten från brunnar borrade i berg.

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.

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 och de topografiska förhållanden. Nederbörden bidrar med högre kloridmängder i Sydvästsverige än på andra håll i landet p.g.a. det marina inflytandet och de över året vanligen förekommande västvindarna. I delar av Sverige som tidigare har varit täckta av hav kan saltvatten finnas kvar i jordlager och berggrund och ge förhöjda eller höga kloridhalter. Även andra orsaker till förhöjda kloridhalter i grundvattnet förekommer. Vanligast är påverkan av vägsalt och påverkan från avlopps- och avfallsanläggningar.

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

Översikt över grundvattnets kemi i Umeå kommun

I samband med karteringen i Umeå kommun gjordes en sammanställning av drygt 160 vattenkemiska analyser som insamlats i kommunen. Nedan följer en sammanfattning av resultaten.

Totalhårdhet

Till övervägande del har grundvattnet låg totalhårdhet. Hela 71 procent av jordbrunnarna visar värden under 2,5 tyska grader. För bergborrade brunnar är motsvarande procentsiffra 25. Huvuddelen av de bergborrade brunnarna, 62 procent, återfinns i intervallet 2,5–14 tyska grader. I intervallet 0–2 tyska grader betraktas vattnet vara mycket mjukt; 2–5 mjukt, 5–10 medelhårt, 10–21 hårt. Mycket hårt betraktas grundvatten vara med en totalhårdhet överstigande 21 tyska grader.

Alkalinitet

Alkaliniteten i berggrundens vatten är jämförelsevis hög. Alkaliniteten samvarierar oftast med totalhården. Tillgängliga analyser från Umeå kommun visar sålunda att alkaliniteten i 60 procent av jordbrunnarna ligger under 60 mg/l under det att 73 procent av de bergborrade brunnarna har en alkalinitet på 60 mg/l eller däröver, vilket tyder på att korrosionsrisken i bergets grundvatten generellt är mindre än vad som gäller för grundvattnet i jordlagren.

Surhet

pH-värdena i bergbrunnarnas vatten är i allmänhet något högre än i de flesta områden i Sverige. Analysresultaten från Umeå kommun antyder att större andel jordbrunnar har pH-värden under 7,5 än vad som gäller för brunnar i berg (93 resp. 57 procent). Om problem skulle uppstå så torde det av det begränsade analysmaterialet att döma kunna gälla den centrala och västra delen av kommunen.

Sulfat

Inom Umeå kommun är sulfathalterna i analysmaterialet låga både vad gäller bergborrade brunnar och jordbrunnar. Huvudparten av dessa ligger i intervallet 25–50 mg/l och endast ett fåtal i intervallet 50–100 mg/l. I Västerbottens kustland under Litorinagränsen (ca 115 m ö.h.) förekommer svavelhaltiga mineral som svavelkis (FeS₂) och magnetkis (FeS) i jordlagren. Vid oxidation av dessa mineral tilltar jordlagrens surhetsgrad vilket kan medföra utfällning av tungmetaller som kan föras vidare till brunnar och mot vattendrag och sjöar.

Fluorid

Höga fluoridhalter i bergbrunnar orsakas vanligen av fluorhaltiga mineral hos yngre graniter och pegmatiter. Sådana bergarter förekommer i kommunen, men områdena med högre fluoridhalt visar inte någon tydlig anslutning till granitområdena. Möjligen kan det finnas en koppling till lokalt förekommande mindre pegmatitgångar och ådror. De högsta fluoridhalterna i intervallet 1,5–4 mg/l noteras främst i kustzonens bergbrunnar. Samtliga jordbrunnar i analysmaterialet har emellertid koncentrationer under 1,5 mg/l, vilket också är Livsmedelsverkets gränsvärde.

Klorid

Kloridhalterna är tydligt förhöjda i kommunens kustzon och gäller bergborrade brunnar. Konstaterade höga värden ligger nära eller överstiger smakgränsen för salt/bräckt grundvatten. Längs Västerbottens kustland kan rester finnas kvar som härrör från Litorinahavet som med sitt salta eller bräckta vatten nådde upp till ca 115 m ö.h. i Umeåområdet. Längst ut vid kusten finns exempel på att recent salt eller bräckt vatten kan drabba bergborrade brunnar. Även andra orsaker till förhöjda kloridhalter i grundvattnet förekommer, t.ex. där halkbekämpning sker genom vägsaltning.

Nitrat

Det djupa grundvattnet i berggrunden är oftast mindre sårbart och vattnet i bergbrunnar har vanligen lägre nitrathalter än vattnet i jordbrunnar. Höga halter sammanfaller i viss mån med områden som utgör jordbruksmark som gödslas. De kan även bero på påverkan från avlopp och liknande. Analysmaterialet från Umeå visar på övervägande låga nitratvärden. Samliga jordbrunnar i analysmaterialet hade halter mindre än 5 mg/l. Huvuddelen av bergbrunnarna hade likaså koncentrationer mindre än 5 mg/l.

Konduktivitet

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

Kemiska analyser på grundvattnet

Resultaten av de kemiska analyserna på grundvattnet i några av de observationsrör som utfördes i Umeåprojektet samt från ett par källor och några brunnar har sammanställts i slutet av denna beskrivning, se tabell 6. Sammanlagt togs 10 vattenprover i de observationsrör som sattes under fältsäsongerna 1998 och 1999.

Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten visas i tabell 1. Nedan följer vissa kommentarer till analysresultaten. För källor och brunnar redovisas även radoninnehållet uttryckt i Bq/l.

Variationerna i järn- och manganhalter kan vara stora, även mellan mycket närbelägna platser (så nära som några tiotal meter och mindre) och kan också variera med djupet. Detta beror på redoxpotential och syreförhållanden, vilka kan variera på detta sätt. Järn och mangan går i lösning eller faller ut. Sådana utfällningar syns t.ex. i många grustag där vissa mycket väl avgränsade lager kan vara starkt rostfärgade av järn och/eller svartfärgade av mangan.

Vindelälvsåsen

Från Haddingenområdet längs Vindelälvsåsen togs vattenprover i observationsrören 9801 och 9802. Det förstnämnda är beläget vid Vindelälvsåsens kontakt med Taveljön och i höjd med Tavelåns utflöde ur sjön. Under 6 meter grovmo noterades i den 27 meter djupa borrhningen mellansand och grovsand. Ett övre vattenprov hämtades från 20–21 meter under markytan dvs. ca 14 meter under noterad grundvattennivå.

Här kunde konstateras att järnhalten var 2,92 mg/l, ett värde som efter luftning och filtrering sjönk till 1,46 mg/l. Vattnets manganhalt låg relativt högt, 0,20 mg/l.

Övriga komponenter visade däremot låga värden med t.ex. en totalhårdhet på 1,9 tyska grader vilket innebär ett mjukt vatten. Innehållet av klorid var liksom koncentrationen av fluorid lågt, 3,2 resp. 0,38 mg/l.

I samma observationsrör togs även ett vattenprov på något större djup, 24–25 meter under markytan. Här kunde också konstateras att järnhalten i grundvattnet var relativt högt, 2,44 mg/l som efter luftning och filtrering minskade till 0,98 mg/l. Manganhalten var lika som i det övre provet, 0,20 mg/l. Även koncentrationerna av klorid och fluorid var desamma som i det övre vattenprovet, vilket även gällde grundvattnets totalhårdhet.

Observationsrör 9802 beläget nära 1,5 kilometer söder om 9801 och strax söder om Kvarnfors visade vissa avvikelser från de resultat som framkom vid 9801. Vattenprover togs på två nivåer i de grundvattenförande lagren. Ett övre prov togs 18–19 meter under markytan i övergången mellan mellansand och grovsand. Här konstaterades en järnhalt som var betydligt lägre än vad som framkom i det nordligare observationsröret 9801. Järnhalten var 0,06 mg/l, som efter luftning och filtrering nedbringades till 0 mg/l. Likaså noterades en låg manganhalt, mindre än 0,01 mg/l. Totalhårdheten uppgick till 0,7 tyska grader och kloridhalten till 2,4 mg/l. Vattenprovet som hämtades från nivån 24–25 meter i samma rör visade en järnhalt på 0,62 mg/l, som efter luftning och filtrering nedbringades till 0,23 mg/l. Manganhalten var 0,05 mg/l. Totalhårdheten uppgick till mindre än 1 tyska grader och kloridhalten var mindre än 1 mg/l. En viss mindre ökning av järn, mangan, klorid och totalhårdhet kunde alltså noteras i den lägre provtagningsnivån i observationsrör 9802. I jämförelse med det nordligare röret invid Tavelnsjön så förefaller det södra röret vid Kvarnfors ha en något lägre mineraliseringsgrad vilket också framgår av uppmätta värden på ledningsförmåga i respektive vattenprov.

I samband med fältundersökningarna som utfördes för att fastställa en möjlig grundvattendelarzonen mellan Mariedal och Hundsjön togs vattenprover ur observationsröret 9806 vid Mariedal. I observationsrör 9806 som vid första undersökningstillfället 1998 avslutades på 21 meter togs ett vattenprov i bottenzonen. Järnhalten var här 0,65 mg/l, ett värde som efter luftning och filtrering sjönk till 0,38 mg/l. Manganhalten var låg, mindre än 0,01 mg/l, och kloridvärdet var lägre än 1 mg/l. Detta observationsrör fördjupades under 1999 till 34 meter varvid det kunde konstateras att två grundvattensystem fanns i detta avsnitt av Vindelälvsåsen. Vattenprovet härrör från det övre. Någon förnyad vattenprovtagning gjordes inte.

Det sista observationsröret under fältsäsongen 1998 utfördes i norra delen av den breda isälvsavlagringen vid Hissjön. I det grunda observationsröret 9807 togs ett vattenprov på nivån 4–5 meter som visade en järnhalt på 0,3 mg/l och en manganhalt på 0,46 mg/l. Totalhårdheten i denna övre del av den vattenförande grusåsen uppmättes till 0,46 mg/l och kloridhalten till 1,8 mg/l.

Fältarbetena 1999 koncentrerades till Umeälvsåsen och Sävaråsen. Vattenprover togs i två punkter i Umeälvsåsen norr om Hörnefors i observationsrören 9901 och 9902. Ett tredje togs i samband med borrning av observationsrör 9909 i Sävaråsen.

Umeälvsåsen

Det södra av de två observationsrören i Hörneåns dalgång (9801) nedfördes till ca 20 meter under markytan. Ett övre vattenprov hämtades från nivån 16–17 meter och ett undre från bottenzonen på nivån 19–20 meter under markytan. Båda vattenproverna är tagna i den undre och mer betydande akviferen som utgörs av sand och grus. Ett övre system med en övre grundvattenyta noterades i denna borrhälspunkt. Vattenprovet från nivån 16–17 meter hade en järnhalt på 0,15 mg/l som eliminerades efter luftning och filtrering. Manganhalten var 0,14 mg/l, totalhårdheten 2,9 tyska grader och kloridhalten 9,5 mg/l. Vattenprovet på nivån 19–20 meter visade en järnhalt på 0,30 mg/l som även i detta fall eliminerades efter luftning och filtrering. För mangan noterades 0,12 mg/l. Totalhårdheten uppmättes till 2,5 tyska grader och kloridvärdet uppgick till 14 mg/l. Kloridhalten förefaller alltså att ha ökat något mot botten i de grundvattenförande lagren.

Observationsrör 9902 är beläget i Hörneåns dalgång ca 3,5 kilometer uppströms om Hörnefors. I den ca 27 meter djupa borrhningen togs vattenprov på nivån 24–25 meter som visade en järnhalt på 4,92 mg/l och en manganhalt på 0,11 mg/l. Järnhalten eliminerades efter luftning och filtrering. Vattnets totalhårdhet uppgick till 1,3 tyska grader och för klorid noterades 3,6 mg/l. Även i denna del av Umeälvsåsen kunde två skilda grundvattennivåer konstateras. Lagerföljden i borrhålet visade att isälvsavlagringen ned till 27 meter väsentligen bestod av omväxlande mo, silt och lera ned till 24 meter som övergick i mellansand och fingrus i borrhningens djupaste del.

Sävaråsen

Det sista observationsröret, 9909, sattes i norra delen av Sävarheden vid Tålsmark ca 2 kilometer norr om Stor-Malsjön. Sondering som föregick rördrivning i denna punkt visade på relativt stora jorddjup, mer än 21 meter i ett sandigt och sannolikt även grusigt material. Observationsröret drevs till 11 meter och ett vattenprov togs på nivån 9–10 meter under markytan. Analysresultatet visade en järnhalt på 0,5 mg/l som eliminerades efter luftning och filtrering. Manganhalten uppgick till 0,06 mg/l och totalhårddheten till 0,77 tyska grader. Kloridvärdet var lågt liksom värdet för fluorid, mindre än 1 resp. 0,11 mg/l.

Källor vid Salomonsbesök och i Djäkneböle

Källan vid Salomonsbesök ligger i anslutning till Vindelälvsåsen och rinner upp på fastigheten Salomonsbesök 1:3. Källvattnet har överlag låga värden på analyserade komponenter. Både järn- och manganhalterna var låga, mindre än 0,02 respektive mindre än 0,01 mg/l. Kloridvärdet var 2,0 mg/l och källvattnet var mycket mjukt. Radonhalten uppgick till 33 Bq/l.

Källan på fastigheten Djäkneböle 4:25 visar även den låga värden på analyserade kemiska komponenter. Källan rinner upp i moränterräng med en vid provtagningstillfället bedömd avrinning på åtminstone 7 l/s. Radonhalten uppmättes till 12 Bq/l. Temperaturen var 5,5 grader C.

Analys av vatten i några privata brunnar

Vattenprovet från en jordbrunn på fastigheten Sävar 1:2 visade låga värden. Vattnet var mycket mjukt och kloridhalten uppgick till 2,2 mg/l. Radonhalten var vid provtagningstillfället 41 Bq/l.

Jordbrunnen på fastigheten Skravelbäck 1:7 med en radonhalt på endast 8 Bq/l visade även den på låga analysvärden. Järnhalten var 0,09 mg/l och mangankoncentrationen 0,02 mg/l. Totalhårddheten uppgick till 1,6 tyska grader och kloridinnehållet till 5,2 mg/l.

En i morän grävd gårdsbrunn på fastigheten Jämnåker 1:2 visade på ett något högre hårdhetsvärde än vad som var fallet i övriga analyser. Det uppgick till 5,2 tyska grader. För nitratkväve noterades 5,1 mg/l. Radon uppmättes till 11 Bq/l.

Vattenprov togs också i den drygt 5 meter djupa brunnen på fastigheten Åbyn 1:38. Manganvärdet var lågt och järnhalten i brunnsvattnet uppgick till 0,23. Ett något förhöjt värde kunde noteras för vattnets färgtal samt innehåll av aluminium. Det senare uppgick till 1,01 mg/l. Radoninnehållet uppmättes till 17 Bq/l.

Jordbrunnen på fastigheten Botsmark 7:14 hade en relativt hög järnhalt, 2,4 mg/l, som inte kunde elimineras efter luftning och filtrering men reducerades till 0,72 mg/l. Manganhalten uppgick till 0,04 mg/l. Totalhårddhet 1,4 tyska grader. Kloridvärdet var lägre än 1 mg/l. Brunnsvattnets radonhalt uppmättes till 26 Bq/l.

Två bergborrade brunnar ingick i vattenprovtagningen i Umeåprojektet. I den ena, belägen i Åträsk (fastigheten Åträsk 2:6), noterades en kopparhalt i brunnsvattnet på 0,34 mg/l. Både järn- och manganhalterna var låga liksom vattnets totalhårddhet och innehåll av klorid. Radonhalten i bergets grundvatten var 53 Bq/l.

Den andra bergborrade brunnen, belägen i Hörneforsområdet på fastighet Hörneå 8:463, visade inte heller några anmärkningsvärda avvikelser från det grundvattenkemiska mönstret. Möjligt kan det kustnära läget med endast 100 meter till närmaste havsstrand förklara kloridvärdet 8,6 mg/l, en liten men dock märkbar höjning i förhållande till det övriga analysresultaten i provtagna brunnar. Järnhalten uppmättes till 1,78 mg/l som sjönk till 0,28 mg/l efter luftning och filtrering. Den totala hårdheten uppmättes till 4,2 tyska grader och radonhalten uppmättes till 30 Bq/l.

SALT GRUNDEVATTEN OCH MOTÅTGÄRDER

Förekomsten av salt grundvatten

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

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

I samband med djupborrningen vid Gravberg i Siljansområdet påträffades salt grundvatten på ca 4 000 meters djup och på ca 6 000 meters djup påträffades en saltlake med salthalt av storleksordningen 100 000 mg/l. Motsvarande saltlake har nu påträffats även i Oskarshamnsområdet och på "endast" ca 1 000 meters djup. Denna typ av mycket salt grundvatten har närmast regelmässigt påträffats vid borrningar till djup av några tusen meter även i andra delar av världen, inte minst i Finland. Sannolikt har denna saltlake inget direkt med forntida havsvatten att göra. Den har antagligen att göra med kemisk balans mellan cirkulerande vattenlösningar och jordskorpan på stora djup.

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.

Sådana geoelektriska mätningar har inte utförts inom detta projektet. Som information lämnas här några exempel på djup till salt grundvatten som bestämts med geoelektriska sonderingar i Mälardalen och Stockholms skärgård:

• 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 borrhjup utan måste ses som relativa mått på risken att erhålla ett salt grundvatten. Detta beror på att en brunn inte måste nå ända ner till saltvattnegränsen för att den skall kunna bli påverkad av det salta grundvattnet. Orsaken är att även om gränsen mellan sött och salt grundvatten ligger djupt ner, så har det salta vattnet en trycknivå som ligger avsevärt mycket högre. Detta förhållande illustreras i figurerna 51 och 52.

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

Risken för salt grundvatten i bergbörade brunnar är störst i de låglänta delarna av kommunen närmast kusten. Trots att så gott som hela kommunen varit täckt av havsvatten efter den senaste istiden är risken för kvarvarande salt grundvatten således mycket olika i olika delar av området.

När landytorna var täckta av havsvatten var allt grundvatten salt. När sedan landet höjt sig ur havet har det salta grundvattnet successivt tvättats ut av infiltrerande regnvatten. Denna process

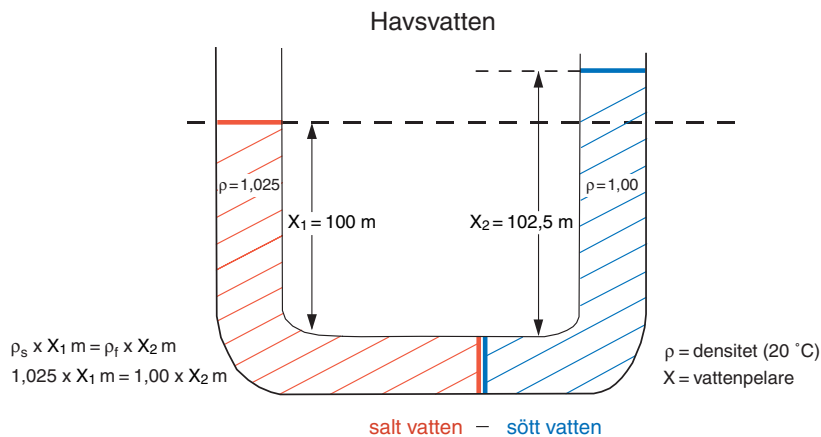


Fig. 51. Enligt principen om kommunicerande kärl balanseras en 102,5 meters pelare med sött vatten av en 100 meters pelare med salt vatten (3,5 %).

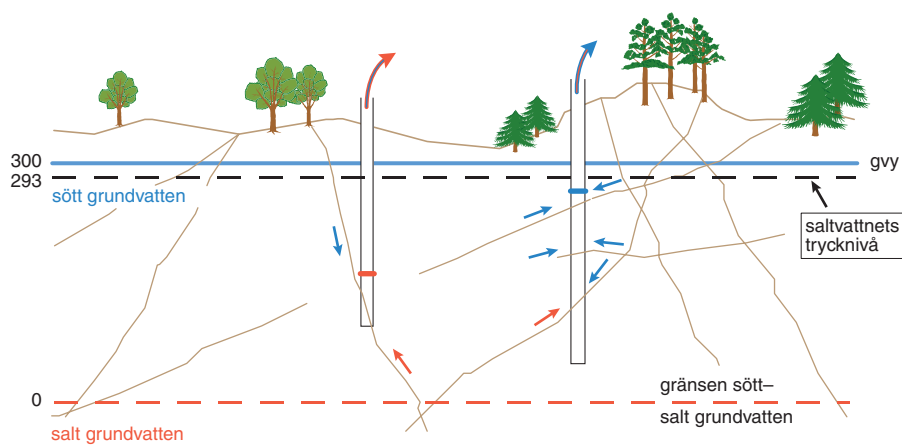


Fig. 52. Brunnen till vänster får vatten från i huvudsak en, dåligt vattenförande spricka. Den övre delen av sprickan töms efter en tid på sitt söta vatten. Via den undre delen av sprickan trycks det salta vattnet upp utan att sina. Brunnen ger vatten med hög salthalt. Brunnen till höger får vatten från 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.

har pågått dels under längre tid, och dels med större och därmed effektivare hydraulisk gradient i höjdområden än i lågområden.

Åtgärder mot salt grundvatten

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

Det är ofta bättre att borra "gradade" borrhål dvs. med en avvikelse av 15–20 grader från vertikalkanalen och att inte borra djupare än 40–50 meter eller mindre än att borra vertikala och djupa brunnar. Har man inte fått tillräckligt med vatten på detta djup är det i allmänhet bättre att avbryta borrningen och genomföra en hydraulisk tryckbehandling av borrhålet än att borra djupare.

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

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

Har mycket salt grundvatten påträffats och risken kan bedömas vara stor att närliggande brunnar skadas kan det bli nödvändigt att med cement gjuta igen det salta borrhålet. Detta måste då ske på ett särskilt sätt. Borrhålet måste med hjälp av bl.a. en tillräckligt lång slang gutas igen från botten och uppåt så att det blir helt tätt.

Eventuellt kan man först försöka att gjuta igen de undre delarna av brunnen och tryckbehandla de övre, i hopp om att få kontakt med närliggande sprickor med sött grundvatten.

Förutom att stor försiktighet måste iakttas vid borrning av en brunn i ett område med risk för salt grundvatten måste man vara mycket försiktig även när man pumpar vatten ur brunnen. Ju mer man pumpar ju större blir risken för att man får in salt grundvatten. Risken hänger i första hand i hop med hur mycket grundvattennivån sänks i brunnen. Detta kan man mäta med ett s.k. kabel-ljuslod, vilket fungerar så att en lampa tänds när lodet kommer i kontakt med grundvattenytan. 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 meter eller mer anses var indikation på att brunnen ansträngs för mycket och att risken för att vattnet skall bli salt är stor.

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

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

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

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

GRUNDVATTNETS SÅRBARHET

Grundvattenpåverkan

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

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

Konsekvens- och riskanalys

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

På samma sätt kan risken för att grundvattnet förorenas beskrivas som en sammanvägning av sannolikheten att en olyckshändelse verkligen inträffar och den konsekvens händelsen får, se figur 53.

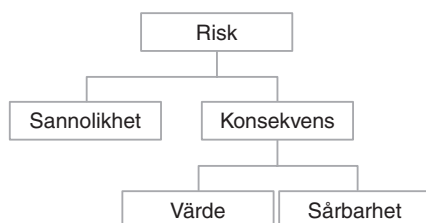


Fig. 53. Risk- och konsekvensanalys.

Med utgångspunkt från grundvattenkartan över Umeå kommun och dess databaser kan en särskild underlagskarta för grundvattenskydd (sårbarhetskarta) tas fram. Dessa kartor och databaser kan sedan användas som underlag för risk- och konsekvensanalyser vid t.ex. förebyggande planering i händelse av olyckor, lokalisering av miljöfarliga verksamheter eller framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningar (MKB).

Skydd av grundvattnet

För att säkra grundvattnets kvalitet bör grundvatten som nyttjas eller kan komma att nyttjas för vattenförsörjning skyddas. Detta kan göras genom att vattenskyddsområde inrättas. Syftet med ett vattenskyddsområde går i princip ut på att förhindra att föroreningar når grund- eller ytvatten genom att begränsa verksamheter och markanvändning inom vattentäktens tillrinningsområde.

Skulle en skada inträffa inom vattentäktens tillrinningsområde måste tiden för föroreningstransporten i mark och vatten vara så lång att markens naturliga reningsmekanismer hinner verka eller att åtgärder hinner vidtas innan föroreningen når uttagspunkten.

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

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

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

METODBESKRIVNINGAR

Georadar

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

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

Geologiska förutsättningar

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

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

Tillämpningsområden

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

Seismik

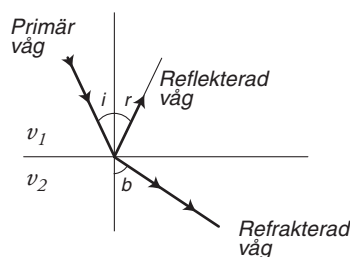
Den metod som används i detta sammanhang kallas refraktionsseismik. Det är en geofysisk mätmetod som baseras på elastiska vågors utbredning i marken. Vågornas utbredningshastighet skiljer sig mellan olika jord- och bergarter vilket gör det möjligt att beräkna lagermaktigheter och bedöma vissa materialegenskaper.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

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

$i = r$ infallsvinkel resp. reflektionsvinkel

b = brytningsvinkel

v_1, v_2 = vågens utbredningshastighet i skikt 1, 2

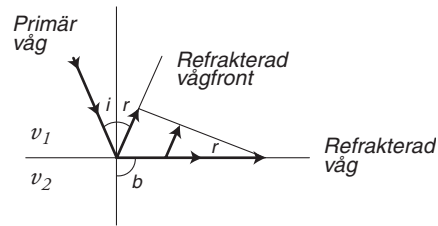


Om hastigheten ökar mot djupet, inträffar vid en viss infallsvinkel kritisk refraktion, vilket innebär att vågstrålen efter passage av skiktgränsen går parallellt med denna. Infallsvinkeln vid kritisk refraktion är

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

och

$$b = 90^\circ$$



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

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

Mätförfarande

Mätningen utförs i praktiken längs en linje där man på jämna avstånd placerar givare, s.k. geofoner, som reagerar för vibrationer i marken, se figur 4. Genom att spränga på lämpliga platser i profilen genereras mätdata i den omfattning som behövs. Vid tolkningen av mätningen bestäms för varje skott tider för P-vågfrontens passage av de olika geofonerna. Tiderna plottas mot geofonernas lägen i form av väg-tiddiagram. Ur dessa s.k. gångtidsskurvor kan skiktens mäktigheter och hastigheter för den aktuella lagerföljden beräknas. Bergets läge kan beräknas i såväl skottpunkter som geofonpunkter, vilket ger en relativt detaljerad kontinuerlig bild av bergytan. Hastigheten i berget ger viss information om bergets kvalitet jämte läget av mer markerade svaghetszoner. Mätresultaten redovisas i profilform där lagerföljden anges som skikt med olika hastigheter, se t.ex. figur 29.

Geologiska förutsättningar

I Sverige har vi genom landisens verkningar ett jordtäckande bestående av morän och sediment. Sammansättningen är oftast enkel med god korrelation mellan hastighet och jordart. Hastigheten för P-vågor i våra jordarter varierar mellan ca 300 m/s i torr sand och ungefär 2 800 m/s i vattenmättad, hårt packad morän. De sedimentära bergarterna har hastigheter från ca 3 000 m/s och upp emot 6 000 m/s. I urberget är hastigheten vanligen 5 000–6 000 m/s, men kan i basiska bergarter nå 7 000 m/s. Se vidare figur 54. Dessa förhållandevis enkla fysikaliska förhållanden har medfört att refraktionsseismiken oftast ger goda undersökningsresultat.

Tillämpningsområden

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

Kriging och variogramanalys

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

Kriging bygger på att viktning sker av data från omgivande punkter. Storleken på vikterna beror på hur variogrammet (semivariogrammet) ser ut. Vikterna standardiseras så att summorna av

Seismiska hastigheter i jord och berg

P-våghastighet (m/s x100)

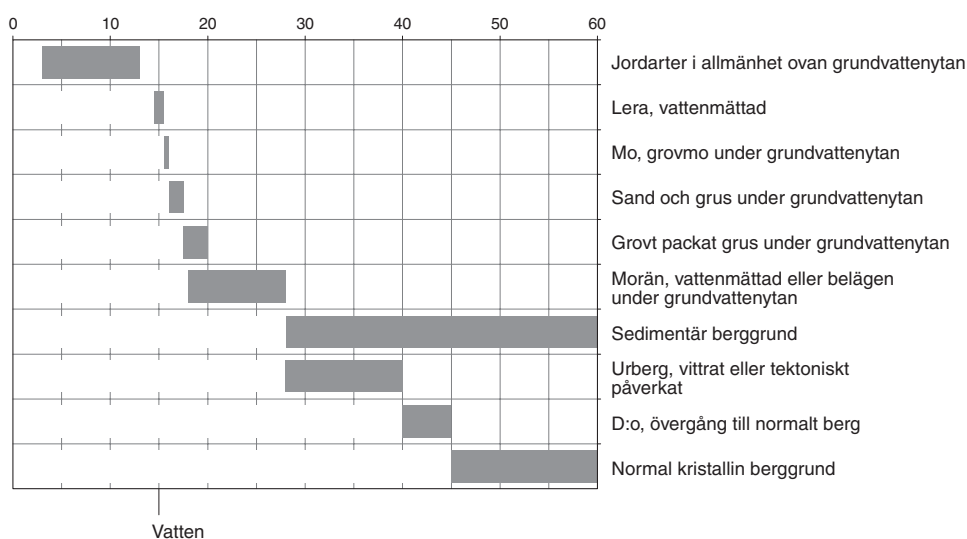


Fig. 54. Seismiska hastigheter i olika jord- och bergarter. Begreppet tektoniskt påverkat urberg avser i första hand sprickzoner, vilka vanligen är mer vattenförande än omgivande berggrund.

dem blir 1 (unbiased estimation). Den interpolerade noden får då värdet från omgivande punkter multiplicerad med sin standardvikt och en summering görs. Matematiskt kan detta uttryckas:

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

Y_o är det beräknade värdet

w_i är de beräknade standardvikterna

Y_i är värdena för omgivande punkter

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

Figur 55 visar ett exempel på ett variogram, man ser att variansen ökar med avståndet. Därefter anpassar man en analytisk variogramfunktion som används för att beräkna krigingvikterna.

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

En stor fördel med Kriging är att man kan ge konfidensintervall för de uppskattade värdena. Förutsättningen för att man ska kunna göra det är att följande antaganden måste vara riktiga: 1. Att de uppskattade felen följer en normalfördelning. Detta stämmer oftast när man ser på stora områden. Ser man på mindre områden, speciellt de extrema, är detta antagande inte korrekt. 2. Att krigingvariansen från den geostatistiska modellen är en korrekt uppskattning av variansen av de faktiska felen.

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

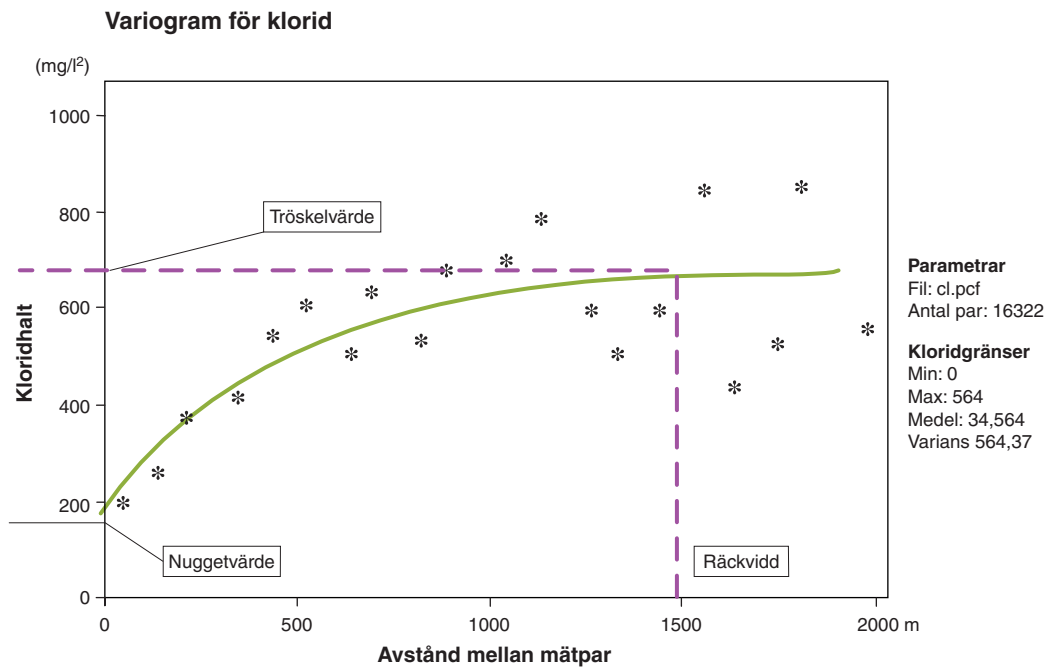


Fig. 55. Exempel på variogramanalys, här är variansen på kloridhalten plottad mot avståndet mellan mätparen. I figuren framgår autokorrelationens räckvidd, tröskelvärde för observationer som är oberoende av varandra samt nuggetvärdet, den lägsta variansen.

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

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

I nedanstående tabeller dokumenteras lägena för de geofysiska mätningar som utförts (tabell 3), borrhningar med uppgifter om lagerföljder (tabell 4), inventerade brunnar och observationsrör där lagerföljden är okänd (tabell 5) samt kemiska analyser av grundvatten från källor, brunnar och observationsrör (tabell 6).

Tabell 3: Lägen för geofysiska mätningar. R är georadarmätningar och S är seismiska mätningar. Utfördes 1998 och 1999.

Profil	X-start	Y-start	X-slut	Y-slut	Plats
R1 ej anv.bar					
R2-98	7103760	1710735	7103965	1710835	Haddingen
R3R4-98	7104400	1710055	7103820	1710770	Haddingen, Kammen
R5-98	7112190	1703820	7112365	1704167	Mariedal
R6-98	7112610	1703950	7112870	1704030	Mariedal
R7-98	7113775	1703880	7113550	1703935	Söder Hundsjön
R8-98	7115300	1702595	7115150	1702620	Rödåsel
R9-98	7087101	1714547	7086990	1714550	Röbäcksheden
R10-98	7087110	1714690	7087006	1714781	Röbäcksheden
R11-98	7086915	1714845	7086982	1714925	Röbäcksheden
R12-98	7085964	1714845	7086982	1714925	Röbäcksheden
S1-98	7103940	1710655	7103840	1710855	Haddingen
S2-98	7103830	1710725	7103990	1710830	Haddingen
S3-98	7113570	1703800	1704225	7113665	Söder Hundsjön
S4-98	7112555	1703915	7112775	1703975	N.Mariedal
S5-98	7112190	1703800	7112410	1704225	Mariedal
S6-98	7108775	1706145	7108860	1706323	Tavelsjö, Sand
S7-98	7114220	1703390	7114060	1703530	Hundsjön
S8-98	7112998	1703998	7113221	1704057	N.Mariedal
R1-99	7109866	1728762	7108972	1729020	N. Sävarheden
R2-99	7109036	1728999	7109200	1728930	N. Sävarheden
R3-99	7108910	1729140	7107517	1729831	N. Sävarheden
R4-99	7104327	1729883	7104209	1730287	N. Sävarheden
R5-99	7106722	1729119	7106759	1729737	N. Sävarheden
R6-99	7108340	1728950	7108490	1729420	N. Sävarheden
R7-99	7080240	1695014	7080022	1694873	N. Sävarheden
R8-99	7082755	1695495	7081204	1695320	Storheden
R9-99	7082490	1695600	7082440	1695160	Storheden
R10-99	7077284	1695333	7077451	1695341	Storheden
R11-99	7112364	1704137	7112657	1704404	Mariedal
S1-99	7066595	1703610	7066600	1704060	Hörnefors
S2-99	7068990	1703510	7068990	1703740	Hörnefors
S3-99	7112370	1704150	7112512	1704332	Mariedal
S4-99	7077280	1695336	7077720	1695320	Storheden
S5-99	7077734	1694724	7077777	1695184	Storheden

Tabell 4: Borrningar med uppgifter om lagerföljd. Spetsar är rör med 50 eller 25 mm diameter som finns tillgängliga för mätning av grundvattennivå och där vattenprover kan tas. Sondering är borrning enbart med bedömning av jordlagerföljder och undersökning av jorddjup.

Obsnamn	X	Y	Obsplats	Röröverkant (m ö.h.)	Obs-typ	Lager nr	Jordart	Utförande organisation
	7096508	1713016	Salomons- besök	73,85	rörbrunn	1 2 3 4 5 6 7	0–5 grus 5–17 sand 17–18 grus 18–24 grovsand 24–29 grus 29–35,5 grovsand 35,5– kan fördjupas	
Rb 9501	7097378	1712759	Salomons- besök	80,87	rörbrunn	1 2 3 4 5 6	0–15 sand 15–16 mellansand 18–21 grovsand 21–23 sand 23–24 mellansand 24–26,5 grovsand	VAB
Rb 9304	7096353	1712767	Salomons- besök	76,31	rörbrunn	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	0–0,5 silt 0,5–2 sand 2–8 silt 8–16 mellansand 16–18 grus 18–24,5 grovsand 24,5–25,5 sand 25,5–27,5 grovsand 27,5–28,5 sand 28,5–29,5 morän	VAB
Rb 9505	7098605	1712715	S Hissjön, fröplantage	86,99	spets	1 2 3 4 5	0–2 finsand 2–10 silt 10–11 finsand 11–18 grovsand 18–20 mellansand	VBB-VIAK
RB 1	7076727	1694932	Hörnefors, Frängstorp	62,89	spets	1 2 3 4	0–14 sand 14–15 finsand 15–32,5 sand 32,5– kan fördjupas?	VAB
RB 9	7076830	1695190	Hörnefors	86,85	spets	1 2 3 4	0–21 sand 21–29 grovmo 29–31 grus 31–35 morän	VAB
Nr 1	7087590	1714400	Backen		spets	1 2 3	0–3,5 fyllning 3,5–12 grus 12– kan fördjupas?	VAB
Rb 6708	7015420	1759550	Västerslätt		spets	1 2 3 4 5	0–1,4 finmo 1,4–2,7 sand 2,7–13,4 lera 13,4–27,2 mo 27,2–29 morän	VBB

Obsnamn	X	Y	Obsplats	Röröver- kant (m ö.h.)	Obs-typ	Lager nr	Jordart	Utförande organisation
Rb 6709	7090000	1715525	Västerslätt		spets	1 2 3 4 6	0–2 finmo 2–18,5 lera 18,5–23,7 mo 23,7–25,8 sand 25,8– kan fördjupas?	VBB
Rb 6710	7090375	1715730	Västerslätt		spets	1 2 3 4 6	0–1,3 mo 1,3–8,4 lera 8,4–14,5 mo 14,5–16,8 grus 16,8– kan fördjupas?	VBB
Rb 9303	7096620	1712620			rörbrunn	1 2 3 4 5 6 7	0–3 finsand 3–27 mellansand 27–31,5 grovsand 31,5–32,5 mellansand 32,5–37,5 sand 37,5–38 mellansand 38– kan fördjupas?	VAB
Rb 8302	7016250	1784850	Röbäcks idrottsplats	21,68	spets	1 2 3	0–8 lera 8–9,5 finsand 9,5–12,5 finsand	VIK
Rb 8303	7085650	1715750	Röbäck	19,73	spets	1 2 3	0–15,5 mellansand 15,5–21,5 finsand 21,5–21,8 mellansand	VIK
Rb 8304	7086150	1715250	Röbäcks heden	24,79	spets	1 2 3 4	0–15,5 mellansand 15,5–23,5 grus 23,5–26,8 mellansand 26,8– kan fördjupas	VIK
Rb 8305	7084100	1716320	Röbäck. Raningen	21,14	spets	1 2 3 4	0–4 mellansand 4–14 sand 14–18,2 mellansand 18,2– kan fördjupas?	VIK
Rb 9405	7091420	1714620			rörbrunn	1 2 3 4 5	0–8,5 sand 8,5–38 mellansand 38–41 finsand 41–50 sand 50– kan fördjupas?	VIK
Rb 9506	7096430	1713070	Salomons- besök		spets	1 2 3 4 5 6 7 9 10	0–3 finsand 3–4 mellansand 4–8 grovsand 8–10 mellansand 10–18 grovsand 18–30 grus 30–36 grovsand 36–38 grus 38– troligen berg	VBB-VIK

Obsnamn	X	Y	Obsplats	Röröver- kant (m ö.h.)	Obs-typ	Lager nr	Jordart	Utförande organisation
Rb 9907	7109760	1705370	S. Altjärn	143,23		1 2 3	0–9,5 sand 9,5–15,5 silt 15,5–39 sand	VBB-VIAK
Rb 9501	7117240	1702240	Rödåsel, vid samf.brunn	119,49	spets	1 2 3 4 5	0–3 silt 3–19 sand 19–20 mellansand 20–21 sand 21–24 grovsand	VAB
	7113568	1704020	250 m SO Hundsjön	168,47		1 2 3 4 5 6	0–4,5 finsand 4,5–38 sand 38–40 grus 40–58 sand 58–59 grus 59–stopp mot morän eller berg	Umeå kn
	7113886	1703409	Rödåsel, Fredrikshall	167,04		1 2	0–40 mo 40–62 berg	Privat bergborra
Rb 2	7076650	1695180	Hörnefors, Frängstorp	59,19	spets	1	0–19 sand	VAB
Rb 3	7077660	1695330	Hörnefors, Frängstorp		spets	1 2	0–2,8 sand 2,8–6 morän	VAB
Rb 4	7077780	1694730	Hörnefors, Frängstorp	95,08		1 2 3 4 5	0–5 sand 5–7,5 morän 7,5–8,5 mo 8,5–10 sand 10–10,5 mo	VAB
Rb 5	7077760	1695130	Hörnefors, Frängstorp		spets	1 2	0–12 sand 12–16 grus	VAB
Rb 6	7078730	1694850	Hörnefors, Frängstorp	102,96	spets	1 2 3 4	0–6 sand 6–9 mo 9–19,5 grovmo 19,5–27 grus	VAB
Rb 12	7076090	1695650	Hörnefors, Frängstorp		spets	1 2	0–4 mo 4–16 sand	VAB
Rb 14	7076010	1695510	Hörnefors, Frängstorp	69,23	spets	1 2 3 4	0–3 mo 3–12,5 grovmo 12,5–22,5 sand 26–28 morän	VAB
Rb 13	7076020	1695560	Hörnefors, Frängstorp		spets	1 2 3	0–13 grovmo 13–24 sand 26–27 morän	VAB
Rb 15	7075910	1695350	Hörnefors, Frängstorp	83,6	spets	1 2 3	0–5,5 mo 5,5–16,5 finmo 16,5–	VAB

Obsnamn	X	Y	Obsplats	Röröver- kant (m ö.h.)	Obs-typ	Lager nr	Jordart	Utförande organisation
Rb 16	7076830	1694890	Hörnefors, Frängstorp	60,43	spets	1 2	0–27,5 sand 27,5– kan ej fortsätta	VAB
Rb 17	7076935	1694830	Hörnefors, Frängstorp		spets	1 2	0–2,5 grovmo 2,5–24 sand	VAB
Rb 18	7076740	1694990	Hörnefors, Frängstorp	67,95	spets	1 2 4	1–12 mo 12–36,5 sand 36,5– kan fördjupas?	VAB
Rb 8	7076830	1694970	Hörnefors, Frängstorp		spets	1 2 3 4 5 6 7 8	0–10 grovmo 10–28 sand 28–30 finsand 30–31 grovmo 31–32 sand 32–33 grovmo 33–34 sand 34–38,5 grus	VAB
Rb 10	7076830	1695250	Hörnefors, Frängstorp			1 2 3 4 5	0–17 sand 17–18 grovmo 28–30 sand 30–31 grovmo 31–33 morän	VAB
Rb 6304	7088700	1714250	Umedalen			1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	0–3 grovsand 3–8,6 silt 8,6–9 lera 9–9,4 sand 9,4–15,7 grus 15,7–16,4 grovsand 16,4–19,5 grus 19,5–20,3 sand 20,3–20,5 grus 20,5–23 mellansand 23–24,1 grovsand 24,1–28 sand 28–29,1 grus 29,1–29,7 sand 29,7–31 grus 31–31,8 sand 31,8– berg	VBB
Rb 6401	7088260	1714410	Umedalen	34,03	spets	1 2 3 4 5	0–7 sand 7–7,8 grus 7,8–11,1 sand 11,1–31,1 grus 31,1– kan fördjupas?	VBB
Rb 6302	7089030	1713920	Umedalen		spets	1 2	0–31,5 sand 31,5– kan fördjupas?	VBB
Rb 6301	7089440	1713940	Umedalen			1 2 3	0–23,5 grus 23,5–26,7 sand 26,7– kan fördjupas?	VBB

Obsnamn	X	Y	Obsplats	Röröver- kant (m ö.h.)	Obs-typ	Lager nr	Jordart	Utförande organisation
Rb 7704	7094425	1713430	Kullasjön		spets	1	0–6 sand	VBB
						2	6–7 mellansand	
						3	7–8 finsand	
						4	8–11 mellansand	
						5	11–14 sand	
						6	14–15 mellansand	
						7	15–21 sand	
Rb 7703	7094285	1713260	Kullasjön		spets	1	0–1 sand	VBB
						2	1–2 mellansand	
						3	2–3 sand	
						4	3–4 mellansand	
						5	4–5 sand	
						6	5–7 grovsand	
						7	7–12 sand	
Rb 7702	7094420	1713400	Kullasjön		spets	1	0–6 mellansand	VBB
						2	6–11 grovsand	
						3	11–18 sand	
						6	18–20 grovsand	
						7	20–24,1 sand	
Rb 7701	7094360	1713260	Kullasjön		spets	1	0–9 sand	VBB
						2	9–13 mellansand	
						3	13–14 sand	
						4	14–20 mellansand	
						5	20–21 sand	
						6	21– kan fördjupas?	
Rb 7620	7094365	1713310	Kullasjön		spets	1	0–6 sand	VBB
						2	6–9 grus	
						3	9–12 sand	
						4	12–27,1 sand	
						5	27,1– kan fördjupas?	
Rb 7619	7094440	1713275	Kullasjön	74,43	spets	1	0–11 sand	VBB
						2	11–14 mellansand	
						3	14–23 sand	
						4	23–27 finsand	
						5	27– kan fördjupas	
Rb 7617	7094305	1713365	Kullasjön	79,15	spets	1	0–28 sand	
						2	28– kan fördjupas	
Rb 7616	7094595	1713235	Kullasjön	77,82	spets	1	0–4 sand	
						2	4–29,4 mellansand	
						3	29,4– kan fördjupas	

Obsnamn	X	Y	Obsplats	Röröver- kant (m ö.h.)	Obs-typ	Lager nr	Jordart	Utförande organisation
Rb 7615	7094765	1713190	Kullasjön	76,72	spets	1	0–1 mellansand	
						2	1–2 sand	
						3	2–3 grovsand	
						4	3–4 sand	
						5	4–5 mellansand	
						6	5–8 finsand	
						7	8–9 silt	
						8	9–14 finsand	
						9	14–15 mellansand	
						10	15–16 sand	
						11	16–19 mellansand	
						12	19– kan fördjupas	
Rb 7608	7094675	1713275	Kullasjön		spets	1	0–1 mellansand	VBB
						2	1–2 grus	
						3	2–3 sand	
						4	3–5 finsand	
						5	5–6 sand	
						6	6– kan fördjupas	
Rb 7607	7094655	1713165	Kullasjön	75,47	spets	1	0–1 mellansand	VBB
						2	1–2 sand	
						3	2–7 finsand	
						4	7–18 mellansand	
Rb 7510	7094290	1713260	Kullasjön	73,28	spets	1	0–27 mellansand	VBB
						2	27–31 sand	
Rb 7508	7094515	1713220	Kullasjön	75,32	spets	1	0–1 sand	
						2	1–3 finsand	
						3	3–11 mellansand	
						4	11–15 sand	
						5	15–16 mellansand	
						6	16–28,5 sand	
Rb 7502	7094570	1713365	Kullasjön		spets	1	0–3 mellansand	
						2	3–12 sand	
						3	12–13 lera	
						4	13–14 sand	
						5	15–22,5 finsand	
Rb 8301	7084722	1716593	Röbäck	15,5	spets	1	0–1,5 finsand	
						2	1,5–7,5 silt	
						3	7,5–32,8 mellansand	
						4	32,8– kan fördjupas	
Rb 6604	7094362	1713575	Kulla	72,34	spets	1	0–17,3 sand	VBB
						2	17,3–23,6 sand	
						3	23,6–31,5 sand	
						4	31,5–33 sand	
						5	33– kan fördjupas	
Rb 9302	7090689	1714161	Fåfången	30,69		1	0–9 finsand	VAB
						2	9–25 mellansand	
						3	25–29,5 morän	

Obsnamn	X	Y	Obsplats	Röröver- kant (m ö.h.)	Obs-typ	Lager nr	Jordart	Utförande organisation
Rb 9301	7090345	1713945		30,84		1 2 3 4 5 8	0–1 sand 1–10 silt 10–13 sulfidjord 13–14 finsand 14–21 grovsand 21– kan fördjupas	VAB
Rb 5	7098813	1732270	Sävarheden	31,04	spets	1	0–5 grus	VAB
Rb 2	7098773	1732155	Sävarheden	34,82	spets	1 2	0–4,5 finmo 4,5–6 silt	VAB
Rb 11	7099668	1731949	Sävarheden	36,69	spets	1	0–4,9 sand	VAB
Rb 20	7101239	1731211	Vattentäcks- område III	45,72	spets	1 2	0–4 grus 4–5 finmo	VAB
Rb 15	7101014	1731291	Vattentäcks- område III	44,14	spets	1 2	0–5 sand 5–6,5 grus	VAB
Rb 16	7101044	1731150	Vattentäcks- område III	45,6	spets	1	0–5 grus	
Sävars reserv- vattentäkt	7103396	1730287	Vattentäcks- område IV	55,46	rörbrunn	1 2 3	0–10 sand 10–13 sand 13– berg/block	VAB
R 9801	7103825	1710751	Haddingen	113,26	spets	1 2 3	0–6 grovmo 6–27 mellansand 27– kan fördjupas	SGU
R 9802	7102544	1711225	Haddingen	112,32	spets	1 2 3 4 5 6 7 8	0–8 grovmo 8–19 mellansand 19–20 grovsand 20–22 fingrus 22–23 grovsand 23–25 fingrus 25–27 mellansand 27– kan fördjupas	SGU
R 9806 fördj.-99	7112435	1704100	S. Mariedal	156,92	spets	1 2 3 4 5 6 7 8 9	0–8 finmo 8–13 grovmo 13–17 finmo 17–23 mellansand 23–24 mo 24–26 siltig lera 26–31 finmo 31–34 mellansand 34– kan fördjupas?	SGU
R 9803	7114225	1703360	Hundsjön	157,01	spets	1 2 3 4	0–0,5 lera 0,5–5 finmo 5–29 mellansand 29– kan fördjupas	SGU

Obsnamn	X	Y	Obsplats	Röröver- kant (m ö.h.)	Obs-typ	Lager nr	Jordart	Utförande organisation
R 9804	7110268	1703799	Altjärn	131,5	spets	1 2 3	0–4 lera 4–8 grovmo 8– kan fördjupas	SGU
R 9805	7112617	1703948	N. Mariedal	162,5	spets	1 2 3 4	0–11 finmo 11–12 lera 12–21 finmo 21– trol.berg	SGU
R 9807	7100190	1712413	Hissjö	88,53	spets	1 2 3	0–2 mellansand 2–5 grovsand 5– kan fördjupas	SGU
S 9901	7066570	1703730	Hörnefors		sondering	1 2 3 4 5 6 7 8 9	0–3 grovmo 3–5 finmo 5–6,5 grovmo 6,5–7,5 lera 7,5–8,4 sand 8,4–9,4 silt 9,4–16,5 mellansand 16,5–17,5 silt 17,5–18,5 morän	SGU
S 9902	7066600	1703610	Hörnefors		sondering	1 2 3 4 5 6 7	0–1 grovmo 1–5 finmo 5–7,5 lera 7,5–9 finmo 9–16,5 mellansand 16,5–18,1 grus 18,1– berg/block ?	SGU
S 9903	7081287	1695331	Storheden		sondering	1 2	0–7,5 grovmo 7,5–9,2 morän	SGU
S 9904	7081950	1695480	Storheden		sondering	1 2	0–20 grovmo 20– berg/block?	SGU
S 9905	7081492	1695396	Storheden		sondering	1 2	0–10 grovmo 10–11,3 morän	SGU
S 9906	7082830	1695490	Storheden		sondering	1 2 3 4	0–9 grovmo 9–18,5 mellansand 18,5–20,5 sand 20,5– kan fördjupas	SGU
S 9907	7094880	1733250	Sävar Re- ningsverket		sondering	1 2 3 4 5	0–2 grovmo 2–11,2 lera 11,2–15,9 grovmo 15,9–18,8 grus 18,8– block/berg?	SGU
S 9908	7094880	1733180	Sävar Re- ningsverket		sondering	1 2 3 4 5	0–1,5 grovmo 1,5–9,8 lera 9,8–15 grovmo 15–19 grus 19– block/berg?	SGU

Obsnamn	X	Y	Obsplats	Röröver- kant (m ö.h.)	Obs-typ	Lager nr	Jordart	Utförande organisation
S 9909	7094900	1733100	Sävar Re- ningsverket		sondering	1	0–1	SGU
						2	1–1,5 grovmo	
						3	1,5–11,5 lera	
						4	11,5–17,3 morän	
R 9908	7109280	1729068	Sävaråsen	63,62	spets	1	0–5,7 grovmo	SGU
R 9909	7108494	1729367	Sävaråsen	65,11	spets	1	0–3 grovmo	SGU
						2	3–8 mellansand	
						3	8–11 grovsand	
						4	11– kan fördjupas	
R 9901	7066563	1703853	Hörnefors	15,68	spets	1	0–4 grovmo	SGU
						2	4–8 finmo	
						3	8–10 lera	
						4	10–12 finmo	
						5	12–15 mellansand	
						6	15–16 grovsand	
						7	16–18 fingrus	
						8	18–19 mellansand	
						9	19–21,5 fingrus	
						10	21,5– trol.berg	
R 9903	7068959	1703708	Hörnefors	25,46	spets	1	0–10 mellansand	SGU
						2	10–11,6 grus	
						3	11,6– block eller berg	
R 9902	7068984	1703480	Hörnefors	31,35	spets	1	0–4 grovmo	SGU
						2	4–7 finmo	
						3	7–9 mellansand	
						4	9–10 lera	
						5	10–14 finmo	
						6	14–15 lera	
						7	15–19 finmo	
						8	19–24 grovmo	
						9	24–27 mellansand	
						10	27–27,5 fingrus	
						11	27,5– trol.berg	
R 9904	7077751	1695323	Storheden	109,28	spets	1	0–2 sand	SGU
						3	2–4,7 morän	
R 9905	7077264	1695336	Storheden	89,41	spets	1	0–7,5 mellansand	SGU
						2	7,5–9,5 morän	
R 9906	7080143	1694914	Storheden	122,76	spets	1	0–5 mellansand	SGU
						2	5–7 fingrus	
						3	7–7,9 fingrus	
						4	7,9– kan fördjupas	
R 9907	7081444	1694238	Mosjö	126,61	spets	1	0–6 mellansand	SGU
						2	6–9 grovmo	
						3	9–11 mo	
						4	11–12 silt	
						5	12–15 grovmo	
						6	15– kan fördjupas	

Tabell 5: Borrningar och brunnar utan uppgifter om lagerföljd samt källor och vissa ytvattennivåer. Bergborra är brunn borrarad i berg. Schaktbrunn är en grävd brunn, oftast utförd med cementringar. Rök = rör- eller brunnsöverkant i meter över havet.

Obsplats	X	Y	Rök	Obsnamn	Obs_typ
Hissjö	7099555	1712822	85,5		källa
Hissjö	7099851	1712979	92,04		schaktbrunn
Hissjö	7099837	1713006	91,46		schaktbrunn
Hissjö	7099637	1713012	90,85		schaktbrunn
Hissjö	7099979	1713275	90,74		schaktbrunn
Hissjö	7100232	1713167	92,22		schaktbrunn
Haddingen	7103751	1710295	110,2		rörbrunn
Haddingen	7103745	1710388	113,4		schaktbrunn
Hissjö	7099451	1712471	88,76		schaktbrunn
Hissjö	7101089	1711879	97,36		schaktbrunn
Haddingen	7102860	1711021	111,53		schaktbrunn
Kvarnfors	7103471	1710976	100,27		schaktbrunn
Hissjö	7100128	1712980	93,61		schaktbrunn
Hissjö	7099771	1713076	89,5		schaktbrunn
Hissjö	7098937	1713059	90,38		schaktbrunn
Hissjö	7098825	1713016	92,69		schaktbrunn
Salomonsbesök, grustag	7096818	1712850	77,92		spets
Salomonsbesök, grustag	7096808	1712849	78,06		spets
Salomonsbesök	7069638	1712976	76,07		rörbrunn
Salomonsbesök, grustag	7097343	1712721	81,13		spets
Salomonsbesök, grustag	7097178	1712637	79,65		spets
Salomonsbesök, grustag	7097026	1712724	77,04		spets
Salomonsbesök, grustag	7097028	1712727	77,11		rörbrunn
Salomonsbesök, grustag	7097028	1712722	77,27		spets
Salomonsbesök	7096345	1712562	77,56		schaktbrunn
Sunnansjö	7104786	1709610	115,44	Barnensdagsför.	rörbrunn
Haddingen	7104417	1709948	110,14		schaktbrunn
Haddingen	7104015	1710634	108,59		schaktbrunn
Håckmark	7097743	1712805	87,66	Rb 9501	spets
Piparböle	7095702	1713330	70,65		schaktbrunn
Piparböle	7095506	1713563	82,93	Rb 6202	spets
Piparböle	7095538	1713417	76,46		schaktbrunn
Piparböle	7095157	1713617	79,26	Rb 6205	spets
Piparböle	7095284	1713583	80,51	Rb 6203	spets
Piparböle	7095235	1713601	79,6	Rb 6204	spets
Rönnbäcksheden	7098390	1712248	97,42	F.d. militär vattentäkt	rörbrunn
Rödåsel, Fredrikshall	7113886	1712248	167,04		
Kåddisheden	7091746	1714014	51,56	Rb 6511	spets
Kåddisheden	7091899	1714053	54,74	Rb 6620	
Hörnefors, Östermalm	7063720	1704301	ej avvägd.		schaktbrunn
Hörnefors, Östermalm	7063979	1704195	ej avvägd.		schaktbrunn
Rödån, utlopp i Vindelälven	7117799	1702523	108,31		vattenyta
Rödåsel, Tjärn NO hembygdsgrd	7116872	1702244	108,28		vattenyta
Rödåsel, Abborrtjärn	7115061	1702771	155,03		vattenyta
Rödåsel, Tjärn NV Abborrtjärn	7115106	1702604	154,05		vattenyta
Hundsjön	7114271	1703248	153,84		vattenyta
Tjärn 500 m S om Hundsjön	7113395	1704028	163,59		vattenyta
Tjärn 500 m N Mariedal	7112603	1703945	159,59		vattenyta
Djupbäckstjärnen	7110360	1703940	128,16		vattenyta
Långtjärnen	7110047	1704253	127,74		vattenyta
Lilltjärnen	7110065	1704452	127,65		vattenyta

Obsplats	X	Y	Rök	Obsnamn	Obs_typ
Tavelsjön	7104042	1710633	107,2		vattenyta
Grossmyran	7101691	1711990	98,23		vattenyta
Hissjö, Aftonmyrhålet	7100315	1712470	90,2		vattenyta
Hörnefors	7065253	1703486	8,62		schaktbrunn
Hörnefors	7065574	1703796	10,23		schaktbrunn
Hörnefors	7062824	1703313	2,8		schaktbrunn
Hörnefors	7064010	1703333	4,63		schaktbrunn
Hörnefors	7064272	1703259	7,64		schaktbrunn
Hörnefors	7063643	1704002	3,38		schaktbrunn
Hörnefors	7065200	1703421	10,76		schaktbrunn
Hörnefors	7068878	1703737	1112		schaktbrunn
Hörnefors	7065686	1703775	10,68		schaktbrunn
Häggnäs	7070319	1702824	37,97		schaktbrunn
Häggnäs	7070319	1702762	38,28		schaktbrunn
Hörnefors	7065732	1703565	10,87		schaktbrunn
Hörnefors	7066530	1704020	14,41		schaktbrunn
Häggnäs	7070404	1702662	38,92		bergborra
Häggnäs	7070359	1702697	38,69		schaktbrunn
Häggnäs	7070657	1702617	40,41		schaktbrunn
Häggnäs	7070255	1702535	32,38		schaktbrunn
Häggnäs	7070651	1702430	41,73		schaktbrunn
Häggnäs	7070852	1702318	45,54		schaktbrunn
Häggnäs	7070547	1702207	42		schaktbrunn
Häggnäs	7070705	1701223	52,53		schaktbrunn
Häggnäs	7070634	1700982	52,16		schaktbrunn
Häggnäs	7070797	1700858	52,18		schaktbrunn
Bjännberg	7072281	1699601	54,3		schaktbrunn
Bjännberg	7072890	1697658	62,3		schaktbrunn
Håknäs	7085663	1696088	138,75		schaktbrunn
Frängstorp	7076811	1694822	60,18	RB 19(VAB)	spets
Frängstorp	7076599	1694954	60,87	Rb 4(VAB)	spets
Håknäs	7085808	1695928	134,29		bergborra
Invid Tavelsjö vattentäkt	7109063	1706120	113,08	obsrör	spets
N Umeå travbana	7086919	1714870	16,25	obsrör	spets
Forslunda	7091826	1713895		Infiltrationsdamm 1	position
Forslunda	7091726	1713910		Infiltrationsdamm 2	position
Röbäck g:la amla mejeriet	7085425	1716575		Linnékällan, Röbäck	källa
Svedjan, Rödbäck	7084900	1717300		Marakällan	källa
Tavelsjö	7108500	1706300	107,2	Sjön Tavelsjön	980907
Mariedal	7112761	1703972		Åsgrop N Mariedal	vattenyta
Haddingen	7101691	1711990		Grossmyran	vattenyta
Öster Ö Segasjön	7099320	1732170			källa
Sävarheden	7098750	1732250			källa
Sävar kyrka	7097490	1732860			källa
Umedalen	7088700	1714250		Rb 6304	spets
NV Travbanan	7086919	1714870	16,25	Södra tvillingröret	spets
N .Storheden, Frängstorp	7080270	1695101	124,66	Vägverkets 1" obsrör	spets
Rödåsel	7115908	1702406	147,61		schaktbrunn
Rödåsel	7115825	1702442	154,06		schaktbrunn
Rödåsel	7115991	1702473	144,05		schaktbrunn
Fredrikshall	7115280	1702732	158,09		schaktbrunn
Fredrikshall	7114753	1702930	154,44		schaktbrunn
Djupbäck	7111646	1703935	160,37		schaktbrunn
Rödåsel	7115504	1702316			källutflöde
Stöcke	7076294	1715870	45,43		vy i grustag
Stöcke	7079144	1717144	24,57		spets
Stöcksjö	7081502	1716698	24,63		schaktbrunn
Stöcksjö	7081384	1716763	23,84		spets

Obsplats	X	Y	Rök	Obsnamn	Obs_typ
Stöcksjö	7081251	1716777	21,68		spets
Stöcksjö	7081208	1716815	24,9		spets
Stöcksjö	7081210	1716794	23,04		spets
Röbäck	7084167	1716599	22,07		rörbrunn
Röbäck	7083827	1716898	21,4		schaktbrunn
Röbäck	7084512	1716516	19,34		schaktbrunn
Stöcksjö	7082878	1716593	22,3		schaktbrunn
Stöcksjö	7082491	1716505	22,91		schaktbrunn
Stöcke	7079264	1717008	23,74		schaktbrunn
Norrböle	7073225	1716425	23,59	Samfällid brunn	schaktbrunn
Stöcksjö	7079034	1716777	25,06		schaktbrunn
Röbäck	7085898	1715648	22,85		schaktbrunn
Röbäck	7086112	1715342	25,48	NR 33	spets
Stöcksjö	7080984	1716807	21,48		schaktbrunn
Kulla	7094761	1713712	77,23	7609	spets
Kulla	7094617	1713674	76,01	7509	spets
Kulla	7094081	1713915	62,88		spets
Kulla	7093750	1713409	69,1	6603	spets
Grubbe	7093074	1714419	44,6	6607	rörbrunn
Grubbe	7093466	1714209	48,79	6606	rörbrunn
Kåddisheden	7092340	1713636	59,55		spets
Kåddisheden	7091962	1713862	54,91	R 7102	spets
Kåddisheden	7092001	1713367	58,43	H 1	spets
Kåddisheden	7091757	1714311	49,56	6619	rörbrunn
Kåddisheden	7092047	1714770	35,4	6615	rörbrunn
Kåddisheden	7092367	1714616	38,92	6617	rörbrunn
Kåddisheden	7092615	1714689	40,49	GS/65	spets
Kåddisheden	7091865	1714406	45,12	D4	spets
Kåddisheden	7092061	1714309	46,78		spets
Kåddisheden	7092229	1714230	48,32		spets
Kåddisheden	7091995	1714074	54,68	6510	rörbrunn
Kåddisheden	7091460	1713986	47,09	6701	rörbrunn
Kåddisheden	7091600	1713650	51,96	6508	rörbrunn
Kåddisheden	7091701	1713369	55,29		rörbrunn
Kåddisheden	7091063	1713283	47,82	H/65	spets
Kåddisheden	7091037	1714288	31,73	6801	rörbrunn
Kåddisheden	7090867	1714373	29,8	6803	rörbrunn
Kåddisheden	7091151	1714015	38,29	6904	rörbrunn
Kåddisheden	7091345	1714307	32,33	6402	rörbrunn
Grubbe-Kulla	7089825	1713878	36,82	9403	spets
Vattenverk Sävar	7098070	1732521	25,02		spets
Sävar	7098512	1732368	28,32	B8	schaktbrunn
Sävarheden	7098721	1731994	35,9	1	spets
Sävarheden	7099171	1732053	34,33		spets
Vattentäktsområde II (VAB)	7099604	1731804	36,08		spets
Vattentäktsområde II (VAB)	7099642	1731816	35,86	7602	spets
Vattentäktsområde II (VAB)	7099813	1731685	39,87	9	spets
Hedlunda	7100785	1731288	41,91		rörbrunn
Vattentäktsområde III (VAB)	7101148	1731048	45,91	18	spets
Vattentäktsområde III (VAB)	7101009	1731265	45,25	7605	spets
Vattentäktsområde III (VAB)	7100996	1731232	46,43	14	spets
Vattentäktsområde III (VAB)	7100980	1731201	45,42		spets
Vattentäktsområde III (VAB)	7100938	1731220	41,8	227	spets
Vattentäktsområde III (VAB)	7100893	1731241	45,65	218	spets
Sävarheden, Gunnismark	7103903	1730452	55,87	Gunnismark samfällighet	schaktbrunn
Vattentäktsområde IV (VAB)	7103410	1730493	56,19	33	spets
Vattentäktsområde IV (VAB)	7103401	1730288	55,86	31	spets

Obsplats	X	Y	Rök	Obsnamn	Obs_typ
Vattentäktssområde IV (VAB)	7105675	1730054	63,19	39	spets
Vattentäktssområde V (VAB)	7105574	1729833	64,29	36	spets
Stor-Malsjön	7106623	1729224	66,51	40	spets
Stor-Malsjön	7106686	1729365	67,06	41	spets
Stor-Malsjön	7106750	1729474	67,17	42	spets
Stor-Malsjön	7106779	1729573	65,4	43	spets
Rismyrbrånet	7107352	1728980	69,6	SGU RÖR 3302	spets
Rismyrbrånet	7107314	1728863	67	SGU RÖR 3301	spets
Rismyrbrånet	7107604	1729527	63,31	48	spets
Sävarheden	7107515	1729843	62,72		schaktbrunn
Sävarheden	7108867	1729275	68,44	SGU RÖR 3305	spets
Tålsmark	7108824	1729148	69,14	SGU RÖR 3304	spets
Sävarheden	7099473	1731738	36,96		spets
Tålsmark	7109269	1729685	61,85		schaktbrunn
Tålsmark	7109727	1729220	61,98		schaktbrunn
Tålsmark	7110360	1728594	66,42		schaktbrunn
Bullmark	7111891	1727382	63,37		schaktbrunn
Lundtorp	7112103	1727310	63,88		schaktbrunn
Sävaråsen	7113360	1726449	66,74		schaktbrunn
Sävarheden	7099435	1731707	36,24		spets
Bullmark	7111463	1727984	62,84		schaktbrunn
Furunäs	7115040	1725631	70,35		schaktbrunn
Bullmark	7110934	1728433	61,43		schaktbrunn
Holmfors	7117092	1724753	78,11		schaktbrunn
Klappmark	7118297	1723911	84,67		schaktbrunn
Gravmark	7119551	1723533	81,91		schaktbrunn
Klappmark	7118136	1722704	85,72		schaktbrunn
Strömbäck	7117890	1721390	92,85		schaktbrunn
Norrböle	7073225	1716425	23,59	Norrböle samfällid brunn	schaktbrunn
Hemmesmark	7118815	1720365	105,76		schaktbrunn
Kroknäs	7122452	1722546	96,68		schaktbrunn
Kroknäs	7126056	1721083	123,13		schaktbrunn
Kroknäs	7126044	1721080	123,25		bergborra
Krokån	7129554	1719436	154,68		schaktbrunn
Östernäset	7131944	1716865	183,74		schaktbrunn
Yttersmark	7132314	1716575	178,18		schaktbrunn
Yttersmark	7132351	1716581	180,46		schaktbrunn
Kvarnbacken	7135987	1714665	183,01		schaktbrunn
Kvarnbacken	7136020	1714311	191,28		schaktbrunn

Tabell 6: Kemiska analyser av grundvatten från källor, brunnar och observationsrör.

Parameter	Enhet	Rör 9801R Haddingen X: 7103825 Y: 1710751 20–21 m	Rör 9801 R Haddingen X: 7103825 Y: 1710751 24–25 m	Rör 9802R Haddingenkrogen X: 7102544 Y: 1711225 18–19 m
COD (Mn)	mg/l	<1	2	1,7
Konduktivitet 25 °C	mS/m	9,2	8,9	4,2
pH		7,1	7,1	6,9
Alkalinitet	mg/l	38	38	12
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	7	7	4
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	14	13	5
Hårdhet, grader, tot	°dH	1,9	1,9	0,7
Ca	mg/l	10	10	3,7
Mg	mg/l	2,2	2,1	0,8
Na	mg/l	4,1	3,6	2,2
K	mg/l	1,6	1,4	1,5
Fe	mg/l	2,92	2,44	0,06
Fe, elof	mg/l	1,46	0,98	
Mn	mg/l	0,2	0,2	<0,01
Al	mg/l	0,31	0,44	<0,05
Cu	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Zn	mg/l	0,02	<0,02	<0,02
NH ₄ -N	mg/l	0,08	0,08	<0,002
NO ₂ -N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
NO ₃ -N	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2
PO ₄ -P	mg/l	0,05	0,1	0,08
F	mg/l	0,38	0,37	<0,10
Cl	mg/l	3,2	3,2	2,4
SO ₄	mg/l	7,8	8	6,1

Parameter	Enhet	Rör 9802 Haddingenkrogen X: 7102544 Y: 1711225 24–25 m	Rör 9806 Mariedal X: 7112435 Y: 1704100 20–21 m	Rör 9807 Hissjö X: 7100190 Y: 1712413 4–5 m
COD (Mn)	mg/l	2,5	2,5	13
Konduktivitet 25 °C	mS/m	5	1,8	20
pH		6,7	7	5,6
Alkalinitet	mg/l	12	12	<3
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	6	4	
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	6,4	2,6	30
Hårdhet, grader, tot	°dH	0,89	0,36	4,2
Ca	mg/l	4,4	1,6	22
Mg	mg/l	1,2	0,6	4,8
Na	mg/l	2,4	1,5	1,9
K	mg/l	1,7	0,7	3,7
Fe	mg/l	0,62	0,65	0,3
Fe, elof	mg/l	0,23	0,38	
Mn	mg/l	0,05	<0,01	0,46
Al	mg/l	0,14	0,83	0,85
Cu	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Zn	mg/l	0,02	0,03	0,07
NH ₄ -N	mg/l	0,02	<0,02	0,21
NO ₂ -N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
NO ₃ -N	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2
PO ₄ -P	mg/l	0,02	0,3	0,94
F	mg/l	0,14	<0,10	1,1
Cl	mg/l	<1	<1	1,8
SO ₄	mg/l	11	<1	88

Parameter	Enhet	Rör 9901 Hörnefors S X: 7066563 Y: 1703853 16–17 m	Rör 9901 Hörnefors S X: 7066563 Y: 1703853 19–20 m	Rör 9902 Hörnefors N X: 7068984 Y: 1703480 24–25 m
COD (Mn)	mg/l	3,6	2	15
Konduktivitet 25 °C	mS/m	16	16	8,5
pH		7,8	7,5	6,9
Alkalinitet	mg/l	80	55	44
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	1	4	12
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	21	18	9,4
Hårdhet, grader, tot	°dH	2,9	2,5	1,3
Ca	mg/l	14	13	6,1
Mg	mg/l	4,3	3	2
Na	mg/l	14	16	8,1
K	mg/l	5,6	3,6	1,6
Fe	mg/l	0,15	0,3	4,92
Fe, elof	mg/l			
Mn	mg/l	0,14	0,12	0,11
Al	mg/l	0,2	0,35	0,6
Cu	mg/l	<0,01	0,01	0,01
Zn	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
NH ₄ -N	mg/l	0,33	0,15	0,17
NO ₂ -N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
NO ₃ -N	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2
PO ₄ -P	mg/l	0,27	0,31	0,34
F	mg/l	0,47	0,48	0,33
Cl	mg/l	9,5	14	3,6
SO ₄	mg/l	3,4	13	1,1

		Rör 9909 Sävaråsen X: 7108494 Y: 1729367 9–10 m	Hörneå 8:463 Bergbrunn 100 m / 4 m jord	Åtråsk 2:6 Bergbrunn 51 m / 10,5 m jord
Parameter	Enhet			
COD (Mn)	mg/l	4	1,2	1
Konduktivitet 25 °C	mS/m	4,5	29	6,1
pH		6,8	7,2	6,3
Alkalinitet	mg/l	10	82	16
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	4	11	18
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	5,5	30	8,8
Hårdhet, grader, tot	°dH	0,77	4,2	1,2
Ca	mg/l	3,4	23	6,8
Mg	mg/l	1,3	4,4	1,2
Na	mg/l	2,3	29	1,8
K	mg/l	1,9	3,3	<0,5
Fe	mg/l	0,5	1,78	0,04
Fe, elof	mg/l		0,28	
Mn	mg/l	0,06	0,06	<0,01
Al	mg/l	0,5	<0,05	<0,02
Cu	mg/l	<0 01	<0,01	0,34
Zn	mg/l	<0,02	<0,02	0,06
NH ₄ -N	mg/l	0,06	<0,02	<0,02
NO ₂ -N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
NO ₃ -N	mg/l	<0,2	<0,2	2,2
PO ₄ -P	mg/l	0,11	0,14	<0,01
F	mg/l	0,11	0,66	<0,10
Cl	mg/l	<1	8,6	1,6
SO ₄	mg/l	11	67	5,8

		Botsmark 7:14 jordbrunn 2,9 m djup	Åbyn 1:38 jordbrunn 5,5 m djup	Jämnåker 1:2 jordbrunn 4,6 m djup
Parameter	Enhet			
COD (Mn)	mg/l	4,2	18	2,3
Konduktivitet 25 °C	mS/m	6,1	3,4	24
pH		6,7	5,5	6,4
Alkalinitet	mg/l	31	8	85
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	14	53	60
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	9,9	<5	37
Hårdhet, grader, tot	°dH	1,4	<0,5	5,2
Ca	mg/l	8,3	4,1	33
Mg	mg/l	1	<0,5	2,6
Na	mg/l	2,3	1,4	8,6
K	mg/l	0,6	0,6	4,2
Fe	mg/l	2,24	0,23	0,05
Fe, elof	mg/l	0,72		
Mn	mg/l	0,04	<0,01	0,02
Al	mg/l	0,09	1,01	<0,05
Cu	mg/l	<0,01	0,02	0,01
Zn	mg/l	<0,02	0,03	0,11
NH ₄ -N	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
NO ₂ -N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
NO ₃ -N	mg/l	<0,2	<0,2	5,1
PO ₄ -P	mg/l	0,01	<0 01	<0,01
F	mg/l	<0,10	<0,01	<0,10
Cl	mg/l	<1	<1	5,5
SO ₄	mg/l	5,3	5,1	27

Parameter	Enhet	Skravelbäck 1:7	Sävar 1:2	Djäkneböle 4:25
		jordbrunn 3,4 m djup	jordbrunn 1,55 m djup	Källa Källa i morän
COD (Mn)	mg/l	1,4	3,1	<1,0
Konduktivitet 25 °C	mS/m	8,1	4,2	1,8
pH		5,9	5,6	5,8
Alkalinitet	mg/l	12	7	4
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	34	40	15
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	11	4,4	<5
Hårdhet, grader, tot	°dH	1,6	0,61	<0,5
Ca	mg/l		2,9	1,5
Mg	mg/l	1,6	0,9	<0,5
Na	mg/l	1,4	3,1	1,3
K	mg/l	0	1,2	0,6
Fe	mg/l	0,09	0,07	<0,02
Fe, elof	mg/l			
Mn	mg/l	0,02	<0,01	<0,01
Al	mg/l	0,39	0,22	0,06
Cu	mg/l	0,02	0,01	<0,01
Zn	mg/l	0,1	0,03	<0,02
NH ₄ -N	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
NO ₂ -N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
NO ₃ -N	mg/l	0,3	<0,2	<0,2
PO ₄ -P	mg/l	<0,01	<0 01	<0,01
F	mg/l	<0,10	<0,01	<0,10
Cl	mg/l	5,2	2,2	<1
SO ₄	mg/l	17	8,9	4,8

Parameter	Enhet	Salomonsbesök 1,3
		Källa källa i grusås
COD (Mn)	mg/l	<1,0
Konduktivitet 25 °C	mS/m	3,7
pH		6,5
Alkalinitet	mg/l	13
Kolsyra agg CO ₂	mg/l	10
Hårdhet tot, Ca+Mg	mg/l	5,0
Hårdhet, grader, tot	°dH	0,7
Ca	mg/l	3,7
Mg	mg/l	0,8
Na	mg/l	2,4
K	mg/l	1,1
Fe	mg/l	<0,2
Fe, elof	mg/l	
Mn	mg/l	<0,01
Al	mg/l	<0,05
Cu	mg/l	<0,01
Zn	mg/l	<0,02
NH ₄ -N	mg/l	<0,02
NO ₂ -N	mg/l	<0,002
NO ₃ -N	mg/l	<0,2
PO ₄ -P	mg/l	<0,01
F	mg/l	<0,10
Cl	mg/l	2
SO ₄	mg/l	5,3

DATABASSTRUKTUR

Den digitala informationen över grundvattentillgångar i Umeå kommun som finns tillgänglig i SGUs databaser presenteras översiktligt nedan i tabell 7. Informationen är framtagen i formaten MapInfo och ArcInfo, men kan erhållas även i andra format. Data är lagrade i RT90 2,5 gon V.

Tabell 7: Översiktlig databasstruktur

Skikt	Beskrivning	Geometri
BKAP	Kapacitet i berggrunden	Ytor
JKAP	Kapacitet i jordlagren	Ytor
VMAR	Våtmarker	Ytor
HREF	Höjdreliet (LMV)	Ytor
KVAL	Saltrisk	Ytor
TEKT	Sprickzoner, förkastningar rek. beriktning	Linjer + punkter
GSTR	Grundvattnets strömningsriktning	Punkter
NIVL	Nivålinjer	Linjer
VDEL	Vattendelare och andra hydrauliska gränser	Linjer
OBSD	Observationsdata, Annat	Punkter
OBSN	Observationsdata, Nivå	Punkter
OBSK	Observationsdata, Källor	Punkter
BARK	Data från SGUs Brunnarkiv	Punkter
VTAK	Vattentäktdata	Punkter
LAGF	Lagerföljdsuppgifter	Punkter
GEOF	Geofysiska profiler	Linjer

LITTERATUR OCH GRUNDVATTENKARTOR

Allmän litteratur

- Aastrup, M., 1994: Grundvattenövervakning inom PMK. Rapport från verksamheten 1994. *Statens naturvårdsverk Rapport 4128*.
- Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995: Grundvattnets kemi i Sverige. *Statens naturvårdsverk Rapport 4415*.
- Agerstrand, T., 1973: Vattenmiljön. I P. Brink, T. Cewé, E. Olerud, C. Ramel, H. Sjors & M. Falkenmark (red.) *Praktisk geohydrologi, Praktisk miljökunskap*. Natur och Kultur, Stockholm, 53–80.
- Andersson, A.C., Andersson, O. & Gustafsson, G., 1984: Brunnar: undersökning, dimensionering, borrning, drift. *Bygghögningsrådet R 42: 1984*.
- Andersson, S., Eriksson, A. & Åbyhammar, T 1980: Utvinning av värme ur bergbörade brunnar. Förstudie. *BFR-rapport R 142: 1980*.
- Annadotter, H., 1993: Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt en litteraturstudie. *VAV.VA-Forsk Rapport nr 1993-03*.
- Bengtsson, M.-L., 1996: Hydrogeologisk sårbarhetsklassificering som verktyg i kommunal planering. Med exempel från Lerums kommun. *CTH, Geologiska institutionen Publ. A81*.
- Berggren, M., 1998: Hydraulic conductivity in Swedish bedrock estimated by means of geostatistics. *Kungliga tekniska högskolan Thesis Report Series 1998:9*.
- Bergman, G., 1972: Bestämning av infiltrationskoefficienter för bergytter och perkulationsbanor i jordlager. *Stockholms universitet, Kvartärgeologiska institutionen. Åven STU 69-519/U386*.
- Bergström, S., 1993: *Sveriges hydrologi – grundläggande hydrologiska förhållanden*. SMHI, Norrköping.
- Bertills, U., von Brömssen, U. & Sarr, M., 1989: Försurningsläget i enskilda vattentäkter i Sverige. *Naturvårdsverket Rapport 3567*.

- Björk, L. & Kero, L. 1992: Berggrundskartan 20J Vännäs NO. *Sveriges geologiska undersökning Ai 53*.
- Björk, L. & Kero, L. 1992: Berggrundskartan 19J Husum NO/20J Vännäs SO. *Sveriges geologiska undersökning Ai 55*.
- Brink, R. & Tullberg, H., 1982: Att utvinna och lagra värme i mark och vatten. Juridiska aspekter. *BFR T 44: 1982*.
- von Brömssen, U., 1968: *Grundvattenbildning i geologiskt olika terrängavschnitt: försök till bestämning av infiltrationskoefficienter*. Särtryck ur: Teknik Metod Analys. Stockholm.
- Bygghörsnkningsrådet, 1982: Bergvärme, grundvattenvärme och geotermi. BFR-seminarium maj 1982. *Rapport R130:1982*.
- Carlsson, A. & Olsson, T., 1977: Hydraulic properties of Swedish crystalline rocks. *The Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala, N.S. vol. 7*.
- Carlsson, L., 1970: Metoder för praktisk bestämning av grundvattnets strömningshastighet. *Chalmers tekniska högskola, Inst. för vattenförsörjnings- och avloppsteknik. Serie B 70:1*.
- 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. *Bygghörsnkningsrådet R41: 1984*.
- Coordinating committee for hydrology in Nordic countries (COHYNO), 1984: *Nordic Glossary of Hydrology*. Iréne Johansson (red.). Almqvist & Wiksell International, Stockholm.
- Eklund, A., 1991: Beskrivning till kvartärgeologiska kartorna 19J/20J Husum/Vännäs och 20K/20L Umeå/Holmön. *Sveriges geologiska undersökning Ak 5 och 6*.
- De Geer, J., 1970: Några hydrogeologiska synpunkter på jordtäcket akviferer främst åsarnas. I E. Eriksson, Y. Gustafsson & K. Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedt & Söner förlag, Stockholm.
- Dittrich, H., Becker, M. & Karimi, M., 1992: *Sammanställning av fältarbeten i Stockholms södra skärgård. Räffelmätning, stenräkning, seismisk undersökning och lervarvskronologi*. Opublicerad rapport. Stockholms Universitet. Kvartärgeologiska institutionen.
- Dressie, Z., 1987: Recharge and soil water studies using different models and methods. *Uppsala universitet, Naturgeografiska institutionen, avdelningen för Hydrologi, Report Series A2 & 39*.
- Engqvist, P., Olsson, T. & Svensson, T., 1978: Pumping and recovery tests in wells sunk in till. *Nordic Hydrological Conference and Second Nordic IHP meeting, Hanasaari Cultural Centre, July 31–August 3, 1978, Papers of workshops*. Helsinki.
- Eriksson, A., 1981: Energibrunnar. *Sveriges geologiska undersökning. Information från brunnsarkivet 1/81*.
- Fabricius, C., 1996: Vägsaltpåverkade enskilda grundvattentäkter – en pilotstudie i Mellansverige. *Kungl. Tekniska högskolan. Institutionen för Anläggning och Miljö, Avd. för Mark och Vattenresurser. Examensarbetsserie 1996:2*.
- Flentzberg, A., 1909: Offerkällor och trefaldighetskällor. *Fataburen*, 65–84, 141–149.
- Fredén, C. (temaredaktör), 1994: *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas.
- Frycklund, C., 1998: *Artificial recharge of groundwater for public water supply: potential and limitations in boreal conditions*. Kungl. tekniska högskolan, Dissertation, Div. of Land and Water Resources.
- Gavelin, S. & Kulling, O., 1955: Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 37*.
- Granberg, G., 1934: Den kalendärt fixerade källdrickningen. *Folkminnen och folktankar 21*, 20–34, 56–75.
- Granlund, E., 1943: Beskrivning till jordartskarta över Västerbottens län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 26*.
- Grip, H. & Rodhe, A., 1988: *Vattnets väg från regn till bäck*. Hallgren & Fallgren Studieförlag AB. Uppsala.

- Gustafsson, G., 1974: A method of calculating the hydraulic properties of esker aquifers. *Nordic Hydrologic Conference, Aalborg 1974*, 525–543. København.
- Gustafsson, G., 1976: A method of calculating the hydraulic properties of leaky esker-aquifer systems. *Nordic Hydrologic Conference, Reykjavik 1976*, IV 47–64. Även i: *Nordic Hydrology* 8, 65–82.
- Gustafsson, G., Norling, E., Ahlbom, K., De Geer, J., Hård, S., Karlqvist, L., Persson, G. & Thoregren, U., 1980: Energigeologisk kartering. Metodstudie. *Byggeforskningsrådet R 134: 1980*. Stockholm.
- Gustafsson, Y., 1970: Topografins inverkan på grundvattenbildningen. I E. Eriksson, Y. Gustafsson & K. Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedt & Söner förlag, Stockholm.
- Hellström, G., 1987: Jordartskartan 24 J Kalvträsk. *Sveriges geologiska undersökning Ak 4*.
- Hult, A., 1991: *Källan till vattnet*. Anders Hult & Gidlunds Bokförlag, Värnamo.
- Hydén, H., 1983: Energiutvinning ur kommunala grundvattentäkter. *Byggeforskningsrådet rapporter R:47*.
- Jacobsson, M., 1995: *Glacial and postglacial development of the Ören deposit south-west of Torö, southern Stockholm Arcipelago, Sweden*. Stockholm University, Department of Quaternary Research.
- Johansson, P.-O., 1987: Methods for estimation of direct natural groundwater recharge in humid climates – with examples from sandy till aquifers in southern Sweden. *Kungl. tekniska högskolan, Institutionen för kulturteknik. Meddelande TRITA-KUT 1045*.
- Johansson, P.-O., 1987: Spring discharge and aquifer characteristics in a sandy till area in southeastern Sweden. *Nordic Hydrology* 18, 203–220.
- Knutsson, G., 1979: Hydrogeologisk översiktskartering av Sverige. *Vannet i Norden Nr 1*.
- Knutsson, G. & Morfeldt, C.-O., 1993: *Grundvatten, teori och tillämpning*. AB Svensk Byggtjänst, Solna.
- Knutz, Å., Svensson, T., Lindmark, P., Rosén, B., Eriksson, A. & Landin, O., 1995: Yt- och grundvattenskydd. *Vägverket Publ. 1995:1*.
- Larsson, I., 1972: Groundwater in granite rocks and tectonic models. *Nordic Hydrology* 3, 111–129.
- Larsson, I., 1977: Torra och vattenrika bergartstyper i svenskt urberg. *Vatten* 33.2, 96–101.
- Lerner, D.N., Issar, A.S. & Simmers, I., 1990: *Groundwater recharge. A guide to understanding and estimating natural recharge*. Internat. Assoc. of Hydrogeologists. Hannover, Heise. (International contributions to hydrogeology. Vol. 8.)
- Lindberg, J. & Olofsson, B., 1997: *Risk för salt grundvatten – en studie med hjälp av GIS över delar av Norrtälje kommun*. Kungl. Tekniska högskolan, Institutionen för anläggning och miljö, avd. för mark och vattenresurser.
- Lindén, A., Melin, O. & Mellander, H., 1983: *Områden med anomal radioaktiv värmeproduktion i södra och mellersta Sverige*. Energiforskningsnämnden. Långsiktig energitillförsselforskning.
- Lindgren, J., 1997: Radon i vatten – ännu inga gränsvärden. *Sveriges geologiska undersökning Grundvatten* 2/96 – 1/97.
- Lidman, E.-K. & Mattson, E., 1982: *Försurningens inverkan på korrosionen i vattenledningar av koppar*. Korrosionsinstitutet. Stockholm.
- Maxe, L. (red.), 1995: Effects of acidification on groundwater in Sweden. *Swedish Environmental Protection Agency. Report 4388*.
- Maxe, L., 1999: *Assessing groundwater vulnerability – the acidification case*. Kungl. tekniska högskolan, Institutionen för anläggning och miljö, avd. för mark och vattenresurser.
- Mokhtari Fard, A., 1998: Rapid deglaciation and ice sheet retreat in the Stockholm area, Sweden – a sedimentological perspective. *Quaternaria A:4, Department of Quaternary Research, Stockholm University*.
- Müllern, C.-F., 1980: *Airborne geophysical measurements used for hydrogeological mapping*. 6:e Nordiska Hydrologiska Konferensen. Uppsala Universitet, Naturgeografiska Institutionen. Rapport

- Nr 53.
- Müllern, C.-F., 1999: Starkt ökade salthalter i Dalkarlsåsen. *Sveriges geologiska undersökning Grundvatten* 2/99.
- Naturvårdsverket, 1991: Grundvatentäkter. Skyddsområden – Skyddsföreskrifter. *Allmänna råd* 90:15.
- Nilsson, G. & Kero, L., 1989: Berggrundskartan 20K Umeå NV. *Sveriges geologiska undersökning Ai* 37.
- Nilsson, G. & Kero, L., 1989: Berggrundskartan 20K Umeå NO. *Sveriges geologiska undersökning Ai* 38.
- Nilsson, G. & Kero, L., 1989: Berggrundskartan 20K Umeå SV. *Sveriges geologiska undersökning Ai* 39.
- Nilsson, G. & Kero, L., 1989: berggrundskartan 20K Umeå SO. *Sveriges geologiska undersökning Ai* 40.
- Naturvårdsverket, 1999: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Grundvatten. *Rapport* 4915.
- Nordberg, L. & Persson, G., 1979: *Vårt vatten – tillgång, utnyttjande*. LTs förlag, Stockholm.
- Nordic Hydrological Programme, 1994: Salt groundwater in the Nordic countries. *NHP Report* 35.
- Nordqvist, R., 1982: *Förurning*. Uppsala Universitet, Kvartärgeologiska avdelningen.
- Olofsson, B. & Ericsson, L.O., 1985: Miljöförändringar vid värmeutvinning ur berg och grundvatten. *Byggforskningsrådet rapporter R* 149.
- Persson, G., 1992: Groundwater protection and vulnerability maps in Sweden. *Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia Vol. XLII*.
- Persson, C., 1977: Beskrivning till jordartskartorna Nynäshamn NV/SV och NO/SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae* 31–32.
- Pousette, J., 1988: Groundwater documentation in Sweden. *WHO Water Quality Bulletin* 13, No. 4, Canada Centre for Inland Waters, October 1988.
- Pousette, J., 1989: *The Swedish hydrogeological county maps*. Memoires of the International Symposium on hydrogeological maps as tools for economic and social development. Hannover, Federal Republic of Germany, 1989.
- Pousette, J., 1994: *Shallow groundwater in Sweden – a vulnerable resource*. Water Down Under '94, Preprints of Papers, IEAust, Barton, Australia.
- Programmet för övervakning av miljö kvalitet (PMK) 1986: Sura och försurade vatten. *Monitor*. Statens naturvårdsverk, Solna.
- Rodhe, A., 1987: The origin of streamwater traced by oxygen-18. *Report Series A, No 41, Division of Hydrology, Uppsala Univ.*, 260 s.
- Rodhe, L., Sundh., M. & Wiberg, B., 1990: Beskrivning till kvartärgeologiska kartorna 22K/22L Skellefteå/Rönnskär. *Sveriges geologiska undersökning Ak* 2–3.
- Rudqvist, D., 1997: *Hydrogeologisk studie av kloridförorening i Uppsalaåsen vid Segersjövattentäkten, Botkyrka kommun*. Uppsala Universitet, Institutionen för Geovetenskap, avdelningen för kvartärgeologi och hydrogeologi.
- Samuelsson, M., 1983: Ytligt grundvatten – kemi och omsättning. En studie av källor i skogsmark. *Kungl. tekniska högskolan. Institutionen för kulturteknik. Meddelande TRITA-KUT* 3023.
- Sandberg, B., 1982: *Korrosion på markförlagda konstruktioner – påverkan av markförorening*. Korrosionsinstitutet, Stockholm.
- Saxena, R. & Dressie, Z., 1983: Estimation of groundwater recharge and moisture movement in sandy formations by tracing natural O-18 and injected tritium profiles in the unsaturated zone. *Isotope hydrology (Proceedings of Symposium in Vienna, 1983), IAEA, Vienna*, 139–150.
- Statens Livsmedelsverk, 1993: Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten. *SLV FS* 1993:35.
- Statens offentliga utredningar, 1994: Reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar. Delbetänkande av Grundvattenutredningen. *SOU* 1994:97.

- Sundlöf, B. & Kronqvist, L., 1992: Konstgjord grundvattenbildning. *VA-forsks rapportserie 1992-13*.
- Svedlund, J-O., 1985: Kvartärgeologiska kartan 21K/21L Robertsfors/Ånäset. *Sveriges geologiska undersökning Ak 1*.
- Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, 1995: VA-verk 1994. Statistiska uppgifter över kommunala vatten- och avloppsverk. *VAV S94*.
- Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, 1997: Skydd av vattentäkter. *Meddelanden, VAV M98*.
- Tekniska Nomenklaturcentralen, 1970: Vattenordlista 2. *TNC 45*. Uppsala.
- Tekniska Nomenklaturcentralen, 1984: Geologisk ordlista. *TNC 77*. Uppsala.
- UNESCO, 1983: *International legend for hydrogeological maps*. UNESCO, Paris.
- Wikner, T., 2000: Hydrogeologiska kartan över Västerbottens län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 22*.
- Wikner, T., 1999: Umeåprojektet. *Sveriges geologiska undersökning Grundvatten 2/99*.
- Winqvist, G., 1953: Groundwater in Swedish Eskers. *Kungl. tekniska högskolans handlingar 61*.

Ej tryckta utredningar (Konsultrapporter)

Förkortningar:

Bergab	Berggeologiska Undersökningar AB
AIB	Allmänna Ingenjörbyrå
SGAB	Sveriges geologiska AB
SGU	Sveriges geologiska undersökning
VAB	Västerbottenskommunernas Arkitekt- och Byggnadskontor
VBB	Vattenbyggnadsbyrå
VIAK	Ingenjörfirman VIAK (Via et Aqua)
VBB VIAK	VBB och VIAK efter sammanslagning

Numreringssystem: ID i SGUs Brunnsarkiv/ID i SGUs Georegister

ID	Titel
071/19244	Redogörelse för utförda grundvattenundersökningar för Flurkmark, Umeå landskommun (Bil. D). AIB. 1955-06-20.
072/19245	Vattentäkt för Flurkmark. Anordningar för insamling av grundvatten i Flurkmark. VAB. 1960-11-01.
073/19246	Principförslag till va-anläggning för Hissjö by inom Umeå stad. Bil. E. Grundvattentäktsundersökningar. VAB. 1965-04-26.
074/19247	Principförslag till va-anläggning jämte redogörelse för utförd grundvattentäktsundersökning (bergborrad brunn) i Innertavle. VAB. 1965-03-25.
075/19248	Redogörelse för grundvattenundersökningar för Brännlands by. AIB. 1953-04-15.
076/19249	PM för principförslag av VA-anläggning i Gubböle, Umeå landskommun. Karl-Ivar Markström. 1963-03-28.
077/19250	Redogörelse för utförda grundvattenundersökningar. (Bil. F till VABs principförslag 1971-05-10). VAB. 1971-05-10.
079/19265	Umeå vattenförsörjning. Grundvatten. Sammanställning över utförda rekognosceringsborrningar på Kåddisheden, komplettering av vattenståndsrör i åsområdet Kulla-Forslunda m.m. tiden nov. 1965 - aug. 1966. VBB. 1966-10-03.
080/19266	Förslag till anläggning för vattenförsörjning och avlopp för Överboda. VBB. 1958-12-05.
081/19267	Principförslag till vattenförsörjningsanläggning. VAB. 1964-04-13.
082/19268	Principförslag inklusive vattentäktsutredningar för utförande av va-anläggningar

- 083/19269 för Hössjö- och Bjännsjöområdena i Umeå kommun. VAB. 1971-06-30.
Förslag till va-anläggning i Strömbäck, Umeå. Bil. E: Vattenundersökningar. VAB. 1957-10-31.
- 084/19270 Principförslag avseende va-anläggningar för byarna Stöcke, Ström och Strömbäck inom Umeå kommun. VAB. 1972-03-10.
- 085/19271 Redogörelse över utförda grundvattenundersökningar för Stöckeby samhälle, Umeå. AIB. 1956-08-20.
- 086/19272 Principförslag till va-anläggning i Stöcksjö. VAB. 1960-10-25.
- 087/19273 Förslag till anläggning för vattenförsörjning och avlopp för Bjenberg, Hörnefors kommun. VBB. 1949-09-05.
- 088/19274 Principförslag rörande vattenförsörjningsanläggningar för Hörnefors, Sörmjöle m.fl. samhällen. VAB. 1975-12-15.
- 089/19281 PM rörande huvudhandlingar för vattenförsörjningsanläggning för byn Västa-marken inom Hörnefors kommun. VAB. 1971-12-10.
- 090/19282 PM angående grundvattenundersökningar samt principförslag till vatten- och avloppsanläggning för byarna Bodbyn och Storliden. VAB. 1966-06-30.
- 091/19283 Principförslag för va-anläggningar för Bullmarks by inom Sävars kommun. Bil. D: Grundvattenundersökningar. VAB. 1965-08-05.
- 092/19284 Förslag till vatten- och avloppsanläggning i Floda, Sävars kommun. Nordsvenska ing.byran. 1955-10-25.
- 093/19285 PM angående provpumpning av bergborrad brunn och utförda reningsförsök. VBB. 1967-12-15.
- 094/19286 Principförslag för vatten- och avloppsanläggningar för Hjoggmarks by. Orrje & Co. 1975-12-12.
- 095/19287 Förslag till va-anläggning för Sävar kyrkby, Sävar kommun. Bil. A: Grundvattenundersökningar. AIB. 1953-03-30.
- 096/19288 Redogörelse för utförda grundvattenundersökningar för Sävar samhälle i Sävar kommun, Västerbottens län. VAB. 1970-02-10.
- 097/19289 Principförslag till va-anläggning i Täfteå, Sävar. K-I Markström. 1964-04-20.
- 099/19291 PM den 27 juni 1961 angående grundvattenundersökningar i Betsle by. VBB. 1961-06-27.
- 100/19292 Förslag till anläggning för vattenförsörjning och avlopp för Bratten. VBB. 1957-10-04.
- 193/19405 Umeå kommun. Frängstorpsområdet. Redogörelse för grundvattentäktsundersökning. VAB. 1976-04-09.
- 200/19412 Frängstorpsområdet. Rapport över seismiska mätningar. Kjessler & Mannerstråle. 1975-12-15.
- 202/19414 Forslunda vattenverk, Umeå. Provpumpning. Akva Terra. 1983-10-15.
- 205/19417 VLF-undersökning för lokalisering av vattenförande sprickzoner i berg på Holmön, Umeå kommun. SGU. 1984-09-25.
- 211/26153 PM över rekognosceringsborrningar utförda tiden juli - sept. 1959. VBB. 1959-09-01.
- 213/26155 Umeå vattenförsörjning. Vattenrätt - PM över rekognosceringsborrningar utförda hösten 1962. VBB. 1963-01-05.
- 214/26156 Umeå vattenförsörjning. Tidskriften Stadsbyggnad 4/1967. Rommel, N-R. 1967.
- 215/26157 Umeå vattenförsörjning. Grundvatten. Sammanställning över kompletterande rekognosceringsborrningar vid Forslundaverket och på Västerslätt m.m. tiden juni-aug. 1967. VBB. 1967-10-06.
- 216/26158 Principutredning angående vattenförsörjningens ordnande för Umeå stad och landskommun. VBB. 1963-04-11.
- 217/26159 Rapport över försöksinfiltrationen den 17.10.67 - 30.10.1968. VBB. 1968-11-11.

218/26160	Teknisk beskrivning av Umeå stads vattenförsörjning. VBB. 1969-10-15.
219/26161	Redogörelse över utförda rekognosceringsbörningar i grusåsen öster om Prästsjön. VBB. 1964-05-11.
220/26162	Bilaga till VBBs brev 1970.11.04. VBB. 1970-11-04.
221/26163	Angående naturligt grundvatten vid Forslunda. VBB. 1971-06-22.
222/26164	Rapport över seismiska grundundersökningar vid Forslunda vattenverk, Umeå. Seismiska mätningar AB. 1966-03-15.
223/26165	Resultat av börning för beräkning av grusmängder inom två områden på Kådisheden. VBB. 1971-10-26.
224/26166	Umeå vattenförsörjning. Grundvatten. VBB. 1965-12-10.
225/26167	Rapport över grundundersökningar för grustäktutredning i Umeå. VBB. 1973-08-24.
226/26168	Teknisk beskrivning av försöksinfiltration vid Kulla. VBB. 1976-11-24.
227/26169	Rapport över utförda börningar R7301 och R7302. VBB. 1973-10-08.
228/26170	Ansökan till vattendomstolen om försöksinfiltration vid Kullasjön. VBB. 1977-01-17.
229/26171	Grusmängder inom fastigheterna Tjälamark 3:6 och 14:1 väster om Kullasjön. VBB. 1977-03-28.
230/26172	PM angående utökad infiltration. VBB. 1977-04-04.
231/26173	Umeå kommun. Kulla. Geohydrologiska undersökningar. VBB. 1977-04-19.
232/26200	Förfrågningsunderlag. VBB. 1975-02-11.
233/26201	Angående grustäkt på fastigheterna Tjälamark 3:6 och 14:1 i Umeå kommun. Svenska Vägaktiebolaget. 1977-05-11.
234/26202	Yttrande angående utledning av brunnsvatten till Piparbölesjön i samband med försöksinfiltration. VBB. 1977-12-08.
235/26203	Matematisk modell för grundvattenberäkningar. VBB. 1976-06-23.
236/26204	Rapport angående infiltrationsförsök vid Kulla samt förslag till nya infiltrationsbassänger och brunnar. VBB. 1978-11-15.
237/26205	Resultat av markundersökningar i trakten av Kulla (etapp I). VBB. 1975-06-29.
238/26206	PM beträffande anordningar för reservvattentäkt vid nedläggning av Kullaverket. VBB. 1978-11-17.
239/26207	Markundersökningar i trakten av Kulla (etapp II). VBB. 1976-02-11.
240/26208	Teknisk beskrivning av vattenförsörjningen för de centrala delarna av Umeå kommun. VBB. 1978-02-28.
241/26209	Förslag till provpumpning och försöksinfiltration vid Kulla VBB. 1976-08-24.
242/26210	Umeå kommun, Röbäck. Geohydrologiska undersökningar, Röbäck 1982-83. VIAK. 1984-02-10.
243/26211	Förslag till borrprogram för brunn vid Kulla. VBB. 1979-04-11.
244/26212	Rapport över rekognoseringsbörning för brunnar vid Kulla. VBB. 1979-11-14.
245/26213	Reservvattentäkt Kulla - Forslunda. Umeå kommun. 1981-12-04.
246/26214	Georadar i Kullaområdet. SGAB. 1989-02-16.
247/26215	Umeå kommun. Umeåområdets vattenförsörjning. Förstudie avseende ökning av andelen naturligt grundvatten till Forslunda vattenverk. VIAK. 1988-08-22.
248/26216	Protokoll över rödrivning. Akva Terra. 1983-06-02.
249/26217	Rapport över georadarundersökning av isälvsediment och grovsediment längs Vindelälven, Umeå kommun. SKANRAD. 1984-01-31.
250/26218	Seismiska undersökningar vid Salomonsbesök, Umeå kommun. SGU. 1994-10-28.
251/26219	Redovisning av utredning rörande infiltrationen vid Umeå vattentäkt. VBB. 1989-11-06.
252/26220	Umeå vattenförsörjning. Hydrogeologisk undersökning. Vindelälvsåsen. SGU -

- Umeå universitet. 1994-01-13.
- 253/26221 Umeå kommun. Salomonsbesök. Undersökning för reservvattentäkt. VBB VIAK. 1995-01.
- 254/26222 Umeå kommun. Kulla-Forslunda. Utlåtande avseende kompletterande odexprovtagning. VAB. 1993-03-01.
- 255/26224 Georadarundersökning i Umeå. Forslunda, Salomonsbesök.
- 256/26225 Umeå kommun. Kulla-Forslunda. Utlåtande avseende kompletterande rördrivning. VAB. 1993-03-01.
- 257/26226 Vattenförsörjningen i Umeå kommun. Nuläge och framtida inriktning. Lassila. 1991-02.
- 258/26227 Umeå kommun. Reservvattentäkt Salomonsbesök. VBB VIAK. 1994-05-06.
- 259/26228 Umeå kommun, Tekniska kontoret. Huvudvattentäkt Forslunda. Kartläggning av kvalitetsvariationer i råvattenbrunnar. VBB VIAK. 1994-09-02.
- 260/26229 Utvärdering av data från stegprovpumpad brunn i Sävar, Umeå kommun. SGU. 1994-05-06.
- 271/26240 Umeå kommun. Salomonsbesök - Reservvattentäkt. VBB VIAK. 1995-08-22.
- 276/26245 Redogörelse för vattentäktundersökningar i avsikt att lokalisera en central vattentäkt för södra kommundelen inom Umeå landskommun. VAB. 1959-03-18.
- 292/26261 Ansökan om skydd för grundvattentäkt. VAB. 1994-08-30.
- 293/26262 Redogörelse för inventering av grusåsen mellan Sävar samhälle och byn Bullmark, Sävar kommun, Västerbottens län. VAB. 1968-10-04.
- 297/26782 Georadarmätning. Taveljö. SGAB. 1990-08-02.
- 308/26793 Redogörelse för vattentäktutredning avseende lokalisering av ny reservvattentäkt för Sävar samhälle, Umeå kommun. VAB. 1996-03-08.
- 316/27966 Redogörelse för vattentäktutredning avseende lokalisering av ny vattentäkt för Rödåsel samhälle, Umeå kommun. VAB. 1996-05-08.
- 317/27967 Umeå kommun. Salomons Besök. Utvärdering av provpumpning I. VBB VIAK. 1997-01-21.
- 318/27969 Umeå kommun. Tekniska kontoret. Georadarundersökning, Väg 363. VBB VIAK. 1997-09-05.
- 319/27970 Umeå kommun. Utvärdering av provpumpning II i Salomonsbesök. Undersökning av grundvatten i Vindelälvsåsen. VBB VIAK. 1998-02-13.
- 322/30293 Grundvattennivån vid Umeälven. SGU. 1995-03-07.
- 320/31506 Skydd av Taveljö vattenverk. VBB VIAK. 1998-05-29.

Botniabanan JP75, Centrala Umeå-Klockarbäcken, PM Geohydrologi, Forslunda grundvattentäkt, Grundvattenmodellering. Bergab, Göteborg. 2000.

Hydrogeologisk undersökning och grundvattenmodellering. Forslunda grundvattentäkt, Umeå kommun. Earth Science Centre, Göteborg. University. Dept. of Geology. 2001.

Vattenbalansstudie över skyddsområde för Umeå tätorts vattentäkt. Bergab 2000.

SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel

Nr 14	Hydrogeologi vid SGU. 1979
Nr 17	Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand – bentonitskikt. 1980.
Nr 21	Groundwater-level fluctuations as a measure of the effective porosity and ground-water recharge. 1980.
Nr 27	Intruded and relict groundwater of marine origin. SWIM -81. 1981.
Nr 30	Radon – geological aspects of an environmental problem. 1982.
Nr 37	Geokemisk kartering. 1984.
Nr 39	Salt grundvatten i Sverige. 1985.
Nr 42	Geokemisk kartering. Bäcktorv. 1985.
Nr 43	Grundvattennätet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
Nr 44	Grundvattenkvalitet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
Nr 57	Karbonat i jord. Del 4. Försurning i äldre sedimentlagerföljder med anknytning till och i jämförelse med nutid. 1990.
Nr 75	Biogeokemiska kartan 8–10, G–J och 11–12, H–J. Tungmetaller (Pb, Au, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Se, U, V, W, Zn) i bäckvattenväxter. 1993.
Nr 86	Miljögeologi. Kartor för samhällsplanerare och miljövärdare. Exempel från Mitt-nordenområdet. 1996.
Nr 87	14th Salt Water Intrusion Meeting, Malmö, SWIM -96. 1996.
Nr 99	Grundvattnets tillstånd i Sverige. Årsskrift från miljöövervakningen 1999.

Grundvattenkartor

SGU serie Ag, grundvattenkartor i skala 1:50 000.

Nr 1	Örebro SV
Nr 2	Örebro NO
Nr 3	Örebro NV
Nr 4	Trelleborg NV/Malmö SV
Nr 5	Örebro SO
Nr 6	Trelleborg NO/Malmö SO
Nr 7	Nynäshamn NV
Nr 8	Eskilstuna NO
Nr 9	Linköping NO
Nr 10	Östergötlands sedimentära berggrund (skala 1:100 000)
Nr 11	Eskilstuna NV
Nr 12	Norrköping NO
Nr 13	Malmö NV
Nr 14	Helsingborg SV

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

Nr. 1	Kalmar län
Nr. 2	Västmanlands län
Nr. 3	Gotlands län
Nr. 4	Blekinge län
Nr. 5	Uppsala län
Nr. 6	Stockholms län
Nr. 7	Södermanlands län
Nr. 8	Hallands län
Nr. 9	Skaraborgs län

Nr. 10	Kronobergs län
Nr. 11	Jönköpings län
Nr. 12	Västra Götalands län, västra delen f.d. Göteborgs och Bohus län
Nr. 13	Västra Götalands län, mellersta delen f.d. Älvsborgs län
Nr. 14	Östergötlands län
Nr. 15	Skåne län
Nr. 16	Gävleborgs län
Nr. 17	Grundvattnet i Sverige (skala 1:1 miljon)
Nr. 18	Dalarnas län
Nr. 19	Värmlands län
Nr. 20	Örebro län
Nr. 21	Jämtlands län
Nr. 22	Västerbottens län
Nr. 23	Västernorrlands län
Nr. 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. 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

Dessutom finns följande kartdatabaser tillgängliga:

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