

Beskrivning till kartan
**Grundvattenförekomster i
Eskilstuna och Kungsörs kommuner**

Thomas Aneblom



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-803-6

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

Närmare upplysningar erhålls genom

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

Omslagsbild: Sjökällan 400 m norr Kjula kyrka. Källans flöde uppmättes till 44 l/sek i maj 2001. Foto: Thomas Aneblom.

FÖRORD

Kartan över grundvattentillgångarna i Eskilstuna och Kungsörs kommuner ingår i en serie kommuninriktade grundvattenkartor som framställs av Sveriges geologiska undersökning, SGU. Kartan är speciellt anpassad för att utgöra ett av de beslutsunderlag som krävs i samband med kommunal planering enligt miljöbalken, plan- och bygglagen (PBL) samt Agenda 21 för t.ex. markanvändning, vattenförsörjning, grundvattenskydd samt grundvattenrelaterade tillstånds- och tillsynsfrågor. Den kan givetvis även användas i andra sammanhang.

Framställningen av kartan har gjorts i GIS-miljö. Informationen är inlagrad i den underliggande databasen med en noggrannheten 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. Man ska emellertid vara medveten om att noggrannheten då inte alltid överensstämmer med den förändrade kartskalan.

Bedömningarna av grundvattentillgångarna i de kvartära avlagringarna, i första hand grusåsarna, är beroende av moderna geologiska jordartskartor i digital form. Den på kartan redovisade kapaciteten för brunnar borrade i berg bygger på statistiska bearbetningar av brunnsuppgifter registrerade i SGUs brunnsarkiv.

Mot bakgrund av kartstudierna och uppgifter som sammanställts från konsultrapporter, andra utredningar och annan dokumentation har SGU utfört kompletterande hydrogeologiska fältarbeten inom kommunen. De har innefattat geofysiska mätningar med georadar och seismik samt sonderingsborrningar med drivning av observationsrör och avvägningar.

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). Seismogram och radargram har utförts av Bo Wällberg och Johan Söderman.

Kartläggningen genomfördes 2001–2002. De geofysiska arbetena leddes av Bo Wällberg och Johan Söderman och borrningarna leddes av Roger Smedberg. I fältarbetena medverkade Sven-Erik Gradstock, Torbjörn Persson, Sune Rurling och Barbro Aastrup.

Personal från Eskilstuna och Kungsörs kommuner har utfört höjdavvägningar av ett stort antal brunnar, observationsrör och vattenytor.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	3
Sammanfattning	6
Utförda arbeten	6
Resultat och slutsatser	7
Grundvattentillgångar	11
Naturresursen grundvatten	11
Vattnets kretslopp	12
Grundvattnet i och intill en grusås	13
Grundvattenbildning	13
Grundvattennivåer	14
Lokala variationer i grundvattennivå	14
Dricksvatten	14
Inducerad infiltration	18
Konstgjort grundvatten	18
Grundvatten i berggrunden	19
Redovisning av fältundersökningar	21
Badelundaåsen, Kjula–Ärla	23
Strömsholmsåsen	31
Köpingsåsen Mälaren–Hjälmaren	36
Grundvattnets kemi	44
Salt grundvatten och motåtgärder	45
Förekomsten av salt grundvatten	45
Åtgärder mot salt grundvatten	47
Grundvattnets sårbarhet	48
Grundvattenpåverkan	48
Konsekvens- och riskanalys	48
Skydd av grundvattnet	49
Metodbeskrivningar	49
Georadar	49
Geologiska förutsättningar	50
Tillämpningsområden	50
Seismik	50
Mätförfarande	51
Geologiska förutsättningar	51
Tillämpningsområden	51
Elektriska motståndsmätningar	52
Kriging och variogramanalys	54
Dokumentation av geofysiska mätningar	55

Litteratur och grundvattenkartor	57
Allmän litteratur	57
Ej tryckta utredningar (konsultrapporter)	61
SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel	64
Grundvattenkartor	64
SGU serie Ag	64
SGU serie Ah	65
SGU serie An	65
SGU serie K	66

SAMMANFATTNING

Utförda arbeten

De arbeten som genomförts i samband med kartläggningen av grundvattentillgångarna i Eskilstuna och Kungsörs kommuner har utförts med vissa hjälpinsatser av de berörda kommunerna, t.ex. avvägningar av brunnar och observationsrör.

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

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

Arbetet har haft sin utgångspunkt i SGUs jordarts- och berggrundskartor, grundvattenkartorna över Södermanlands och Västmanlands län samt SGUs hydrogeologiska kartor Ag 8 och Ag 11. Sammanfattningsvis har arbetet bestått av följande moment:

- Genomgång av tidigare utredningar och arkivmaterial.
- Inventering av brunnar och äldre observationsrör.
- Inventering av kända källor samt uppletande av ytterligare källor.
- Avvägning av brunnar, nysatta observationsrör och vissa fria vattenytor.
- Georadarmätningar i 81 profiler med en sammanlagd längd av 39 kilometer.
- Seismiska mätningar i 11 profiler med en sammanlagd längd av 3 kilometer.
- Avvägning av georadarprofiler och seismiska profiler.
- Sonderingsborrningar på 26 platser med en sammanlagd längd av 296 meter.

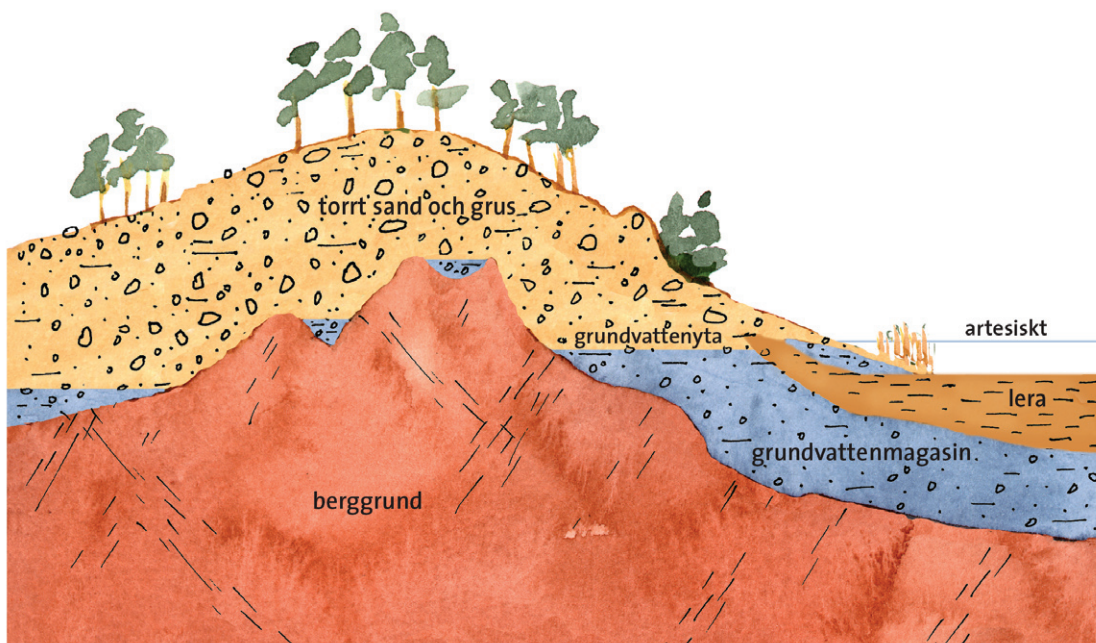


Fig. 1. Principbild av höga och låga berglägen – stora och små grundvattenmagasin i en grusås. Lägg märke till hållkaren, de små grundvattensamlingarna, där bergläget är som högst. Illustration: Anna Jonson, ArtAnna.

- Provtagning av grundvattnet i 4 observationsrör för kemisk analys.
- Inlagring i databaser av:
 - brunnsdata,
 - georadardata och seismiska data,
 - borrhingsdata,
 - grundvattennivådata.
- Upprättande av kartdatabaser över:
 - grundvattentillgångar i berggrunden,
 - grundvattentillgångar i jordlagren,
 - större sprickzoner i berggrunden,
 - grundvattennivåer,
 - grundvattnets strömningsriktningar,
 - grundvattendelare,
 - källor.
- Samordning av dessa databaser med Lantmäteriets digitala topografiska karta (T5) till kartor över grundvattenförekomsterna i Eskilstuna och Kungsörs kommuner.
- Sammanställning av föreliggande beskrivning.

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

Resultat och slutsatser

Den kommunala vattenförsörjningen i Kungsörs kommun sker från två vattentäkter i jord vid Slottsbacken och Hogsta. Kapaciteten är 3 000 m³ per dygn, vilket försörjer 6 500 personer. I tabell 1 visas Eskilstunas befintliga vattentäkter.

Inom ramen för SGUs grundvattenkartering har huvuddelen av arbetsinsatserna i fält satts in i områden som var föga eller inte alls undersökta och där det ur grundvattensynpunkt fanns potentiella förutsättningar för bra vattentäkter. Vissa områden kan ses som olika alternativ för anläggning av framtida vattentäkter.

Vid kartläggningen av grundvattenförhållandena i Eskilstuna och Kungsörs kommuner har uppmärksamheten helt inriktats på de tre stora grusåsar som löper i nord-sydlig riktning genom kommunerna: I öster vid Kjula ligger Badelundaåsen (fig. 2), mitt i karteringsområdet går Ströms-

Tabell 1. Befintliga vattentäkter i Eskilstuna kommun (siffrorna gäller 2002).

Plats	Kapacitet (m ³ per dygn)	Typ av vattentäkt	Antal försörjda personer
Hyndevad	45 000	Grundvatten jord + konstgjord grundvattenbildning	78 600
Alberga	400	Grundvatten jord	450
Bälgviken	175	Grundvatten jord och berg	230
Kjula	650	Grundvatten jord	970
Näshulta nya	25	Grundvatten jord och berg	60
Näshulta gamla	25	Grundvatten jord och berg	60
Ärla	700	Grundvatten jord	1270
Barva	50	Grundvatten jord och berg	50

holmsåsen (fig. 3) och i väster finns Köpingsåsen (fig. 4). Den kommunala vattenförsörjningen i både Eskilstuna och Kungsör sker huvudsakligen från dessa åsar (tabell 1). Ett antal mindre åsar inom karteringsområdet har inte undersökts. Dessa kan lokalt ha betydelse för vattenförsörjningen för enskilda fastigheter. Det är av stor vikt att dessa tillgångar utnyttjas med förstånd och att alla tänkbara skyddsåtgärder vidtas. Det är även av stor betydelse att skyddet av grundvattenmagasin för framtida kommunal och enskild vattenförsörjning beaktas i kommunens översiktsplanering.

De befintliga vattentäkterna vid Kjula och Ärla (Eskilstuna) samt Skottbacken och Hogsta (Kungsör) bedöms ha förutsättningar för ökad kapacitet genom konstgjord ytinfiltration.

En bedömning av uttagsmöjligheter i berggrunden har gjorts baserad på berggrundens uppbyggnad och skiffrihet samt förekomsten av potentiellt vattenförande sprickzoner. Kapacitetsdata från bergborrade brunnar i SGUs brunnarsarkiv har även använts vid bedömningen.

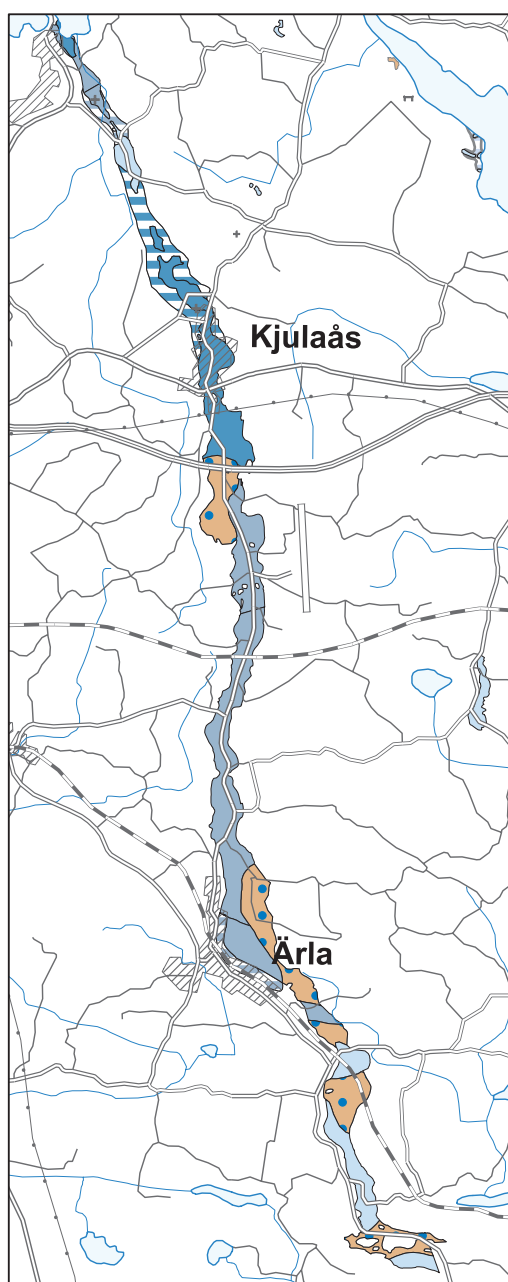


Fig. 2. Översiktlig karta över bedömd grundvattentillgång i Badelundaåsen inom Eskilstuna kommun. Se figur 17 (s. 22) för teckenförklaring till kartan. Blå områden markerar att uttagbara vattenmängder i jordbrunnar är större än 1 l/s.

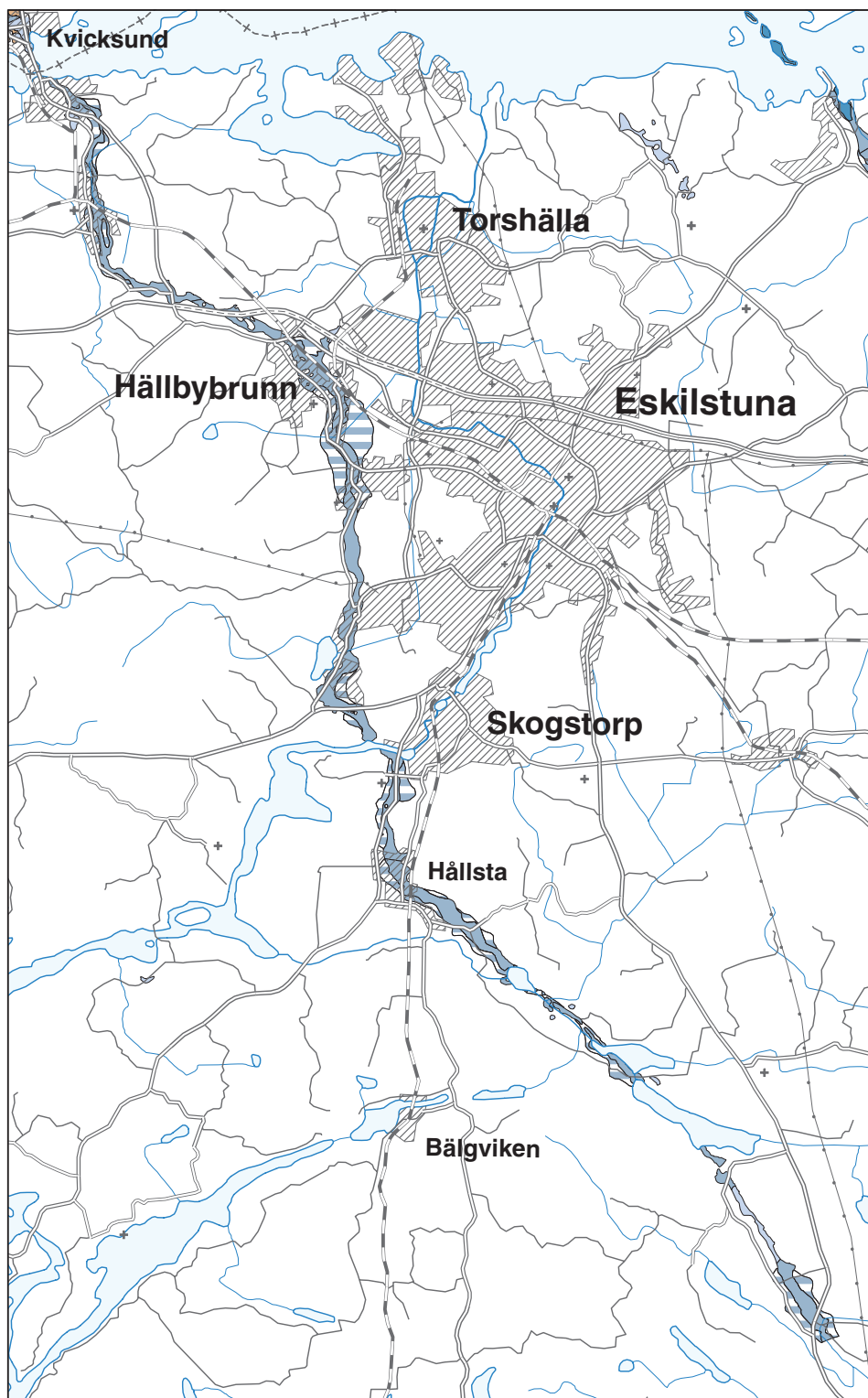


Fig. 3. Översiktlig karta över bedömd grundvattentillgång i Strömsholmsåsen inom Eskilstuna kommun. Se figur 17 (s. 22) för teckenförklaring till kartan. Blå områden markerar att uttagbara vattenmängder i jordbrunnar är större än 1 l/s.

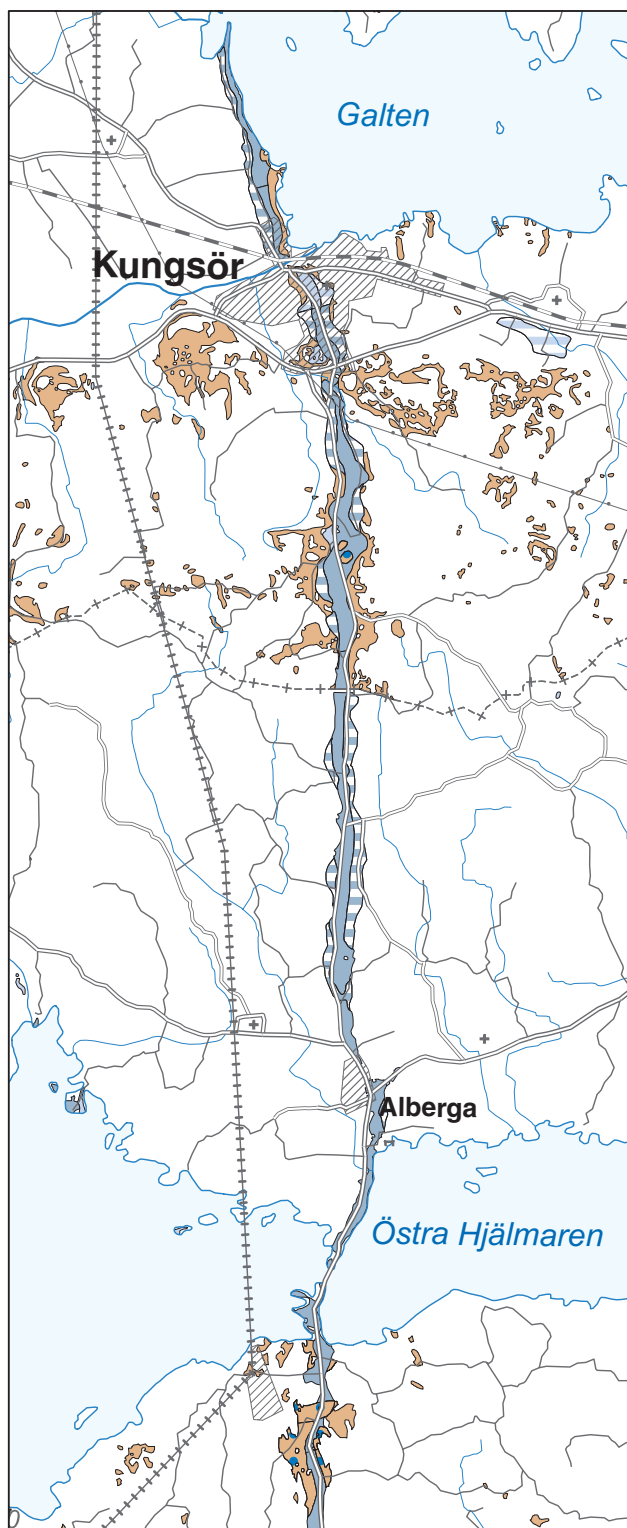


Fig. 4. Översiktlig karta över bedömd grundvattentillgång i Köpingsåsen inom Kungsörs och Eskilstuna kommun. Se figur 17 (s. 22) för teckenförklaring till kartan. Blå områden markerar att uttagbara vattenmängder i jordbrunnar är större än 1 l/s.

GRUNDVATTENTILLGÅNGAR

Naturrensursen grundvatten

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

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

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

En geologisk bildning som är så genomsläpplig att grundvatten kan utvinnas ur den i användbara mängder kallas för en akvifer. I den kan finnas ett eller flera grundvattenmagasin. Magasinen är skilda åt i sidled genom grundvattendelare, som kan vara rörliga, 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 ovanpå varandra, skilda åt av täta eller svårgenomträngliga lager.

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

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

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

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

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

Enskilda hushåll, som använder vatten från egna grävda eller borrhåll 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 (fig. 5) och är därför en förnybar naturresurs. Det som driver kretsloppet är solens värmeenergi, tyngdkraften och jordrotationen.

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

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

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

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

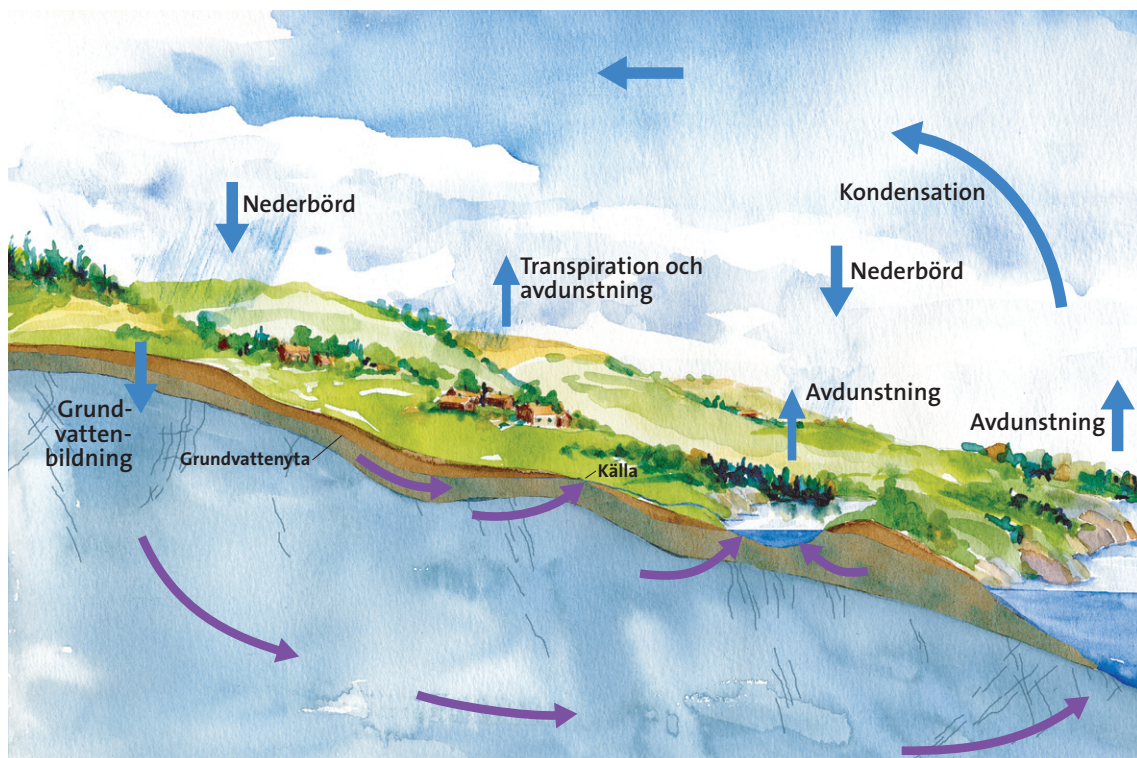


Fig. 5. Vattnets kretslopp. Grundvattnet rinner ut huvudsakligen i botten av bäckar, åar och sjöar samt i källor.
Illustration: Anna Jonson, ArtAnna.

Grundvattnet i och intill en grusås

Figur 6 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 figuren ligger under högsta kustlinjen, dvs. landet har någon gång efter den senaste nedisningen varit täckt av hav, vilket är fallet för hela Mälardalen. Den landskapstypen är ganska vanlig i Sverige. Högsta kustlinjen ligger i detta område på ca 155 m ö.h. De högsta delarna inom karteringsområdet, drygt 100 m ö.h., finns några kilometer söder om Näshultasjön i Eskilstuna kommun. 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 ska kunna bildas, fordras att de övre marklagren är så fuktiga att ett vattentillskott får vatten att rinna vidare nedåt och fylla på grundvattenmagasinet. Hur det fungerar kan man se när man vattnar en krukväxt. Först fylls markfuktigheten på, och efter en stund börjar vatten rinna ut ur hålet i blomkrukans botten.

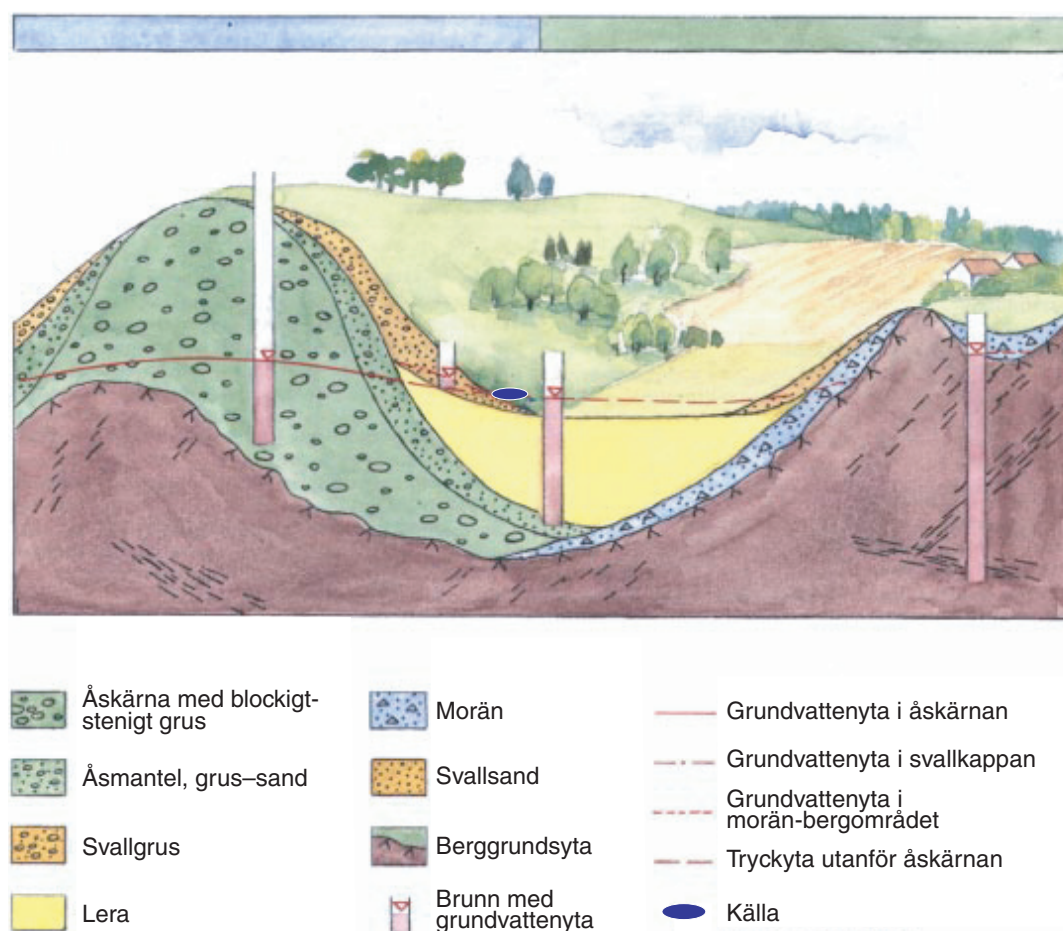


Fig. 6. Principbild på hur grundvattnet uppträder i och intill en grusås. Färgmarkeringen överst i bild visar hur detta redovisas på kartan över grundvattenförekomster i Eskilstuna och Kungsörs kommuner. Blått – tillgångar i jord, grönt – i berg. Illustration: Elisabeth Carlson.

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 av utläckande grundvatten minskar, men upphör vanligen inte helt.

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

Grundvattennivåer

Grundvattenytans nivå förändras under året beroende på hur och när nybildningen av grundvatten sker. Variationsmönstret är olika för skilda områden i landet, och det är heller inte riktigt likadant från år till år, se fig. 7.

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

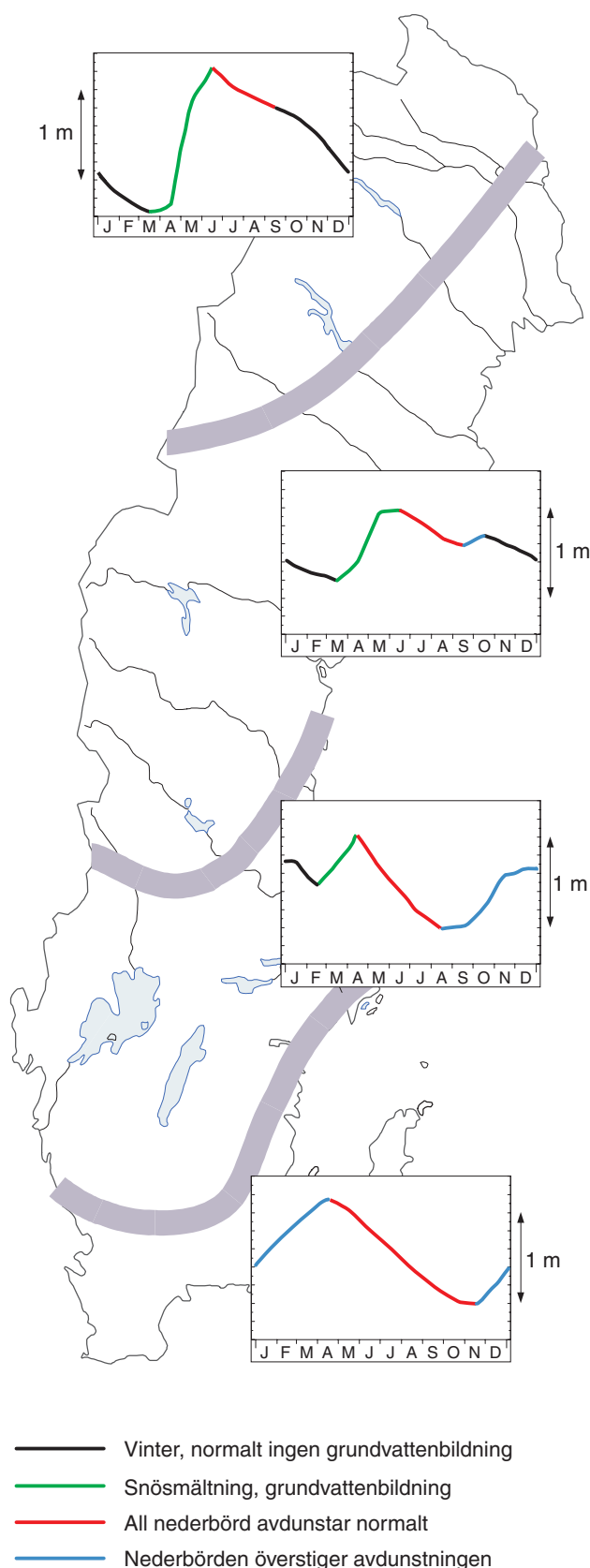
Grundvattenmagasin i t.ex. morän och urberg reagerar med liten tidsförskjutning på förändringar i vattentillskott. I sådana följer nybildningen av grundvatten mönster eller regimer som är olika i olika delar av Sverige och det beror på skillnader i nederbörd och avdunstning. I stora akviferer, som t.ex. grusåsarna, är årstidsvariationerna utjämnade och något mönster syns vanligen inte. Regimerna kan utläsas i kurvor över grundvattennivån i olika landsändar. I figur 7 har fyra av SGUs mätstationer valts ut som exempel på de fyra huvudmönster som finns i Sverige.

Lokala variationer i grundvattennivå

I figurerna 8–11 redovisas information om grundvattennivåns variationer vid en av stationerna i SGUs grundvattennät (Eskilstuna, station 75, belägen vid Kjula) samt beräknad effektiv nederbörd (nederbörd minus avdunstning) enligt SMHI för området som motsvarar kartbladet 11D Munkfors SO. Stationen visar nivåvariationer i ett litet magasin i grus. De första två figurerna visar månadsmedelvärden för effektiv nederbörd för perioden 1961–1990 samt grundvattennivåns månadsvisa min-, medel- och maxvärden för perioden 1986–1995. Grundvattennivån är normalt lägst under augusti–oktober som ett resultat av den relativt låga grundvattenbildningen under sommaren. Stor effektiv nederbörd under mars–april återspeglas i årets högsta medelnivå under april. I figurerna 10 och 11 redovisas uppmätt grundvattennivå respektive grundvattennivåns avvikelse från månadsmedelvärdet. Mycket låga nivåer uppmättes under 1989 och 1996.

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.



Arjeplog

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

Sveg

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

Sigtuna

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

Vellinge

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

Fig. 7. Grundvattenregimer i Sverige.

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

Livsmedelsverket är den myndighet som lämnar föreskrifter om dricksvatten. Deras författning SLVFS 2001:30 (Livsmedelsverket 2001) tillämpas från och med 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. Föreskrifterna gäller hanteringen av och kvaliteten på dricksvatten, oavsett om denna

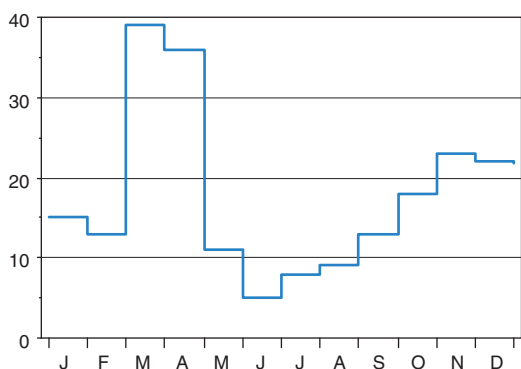


Fig. 8. Effektiv nederbörd (mm/månad) 30-års medelvärden för kartbladet 10HSV (SMHI).

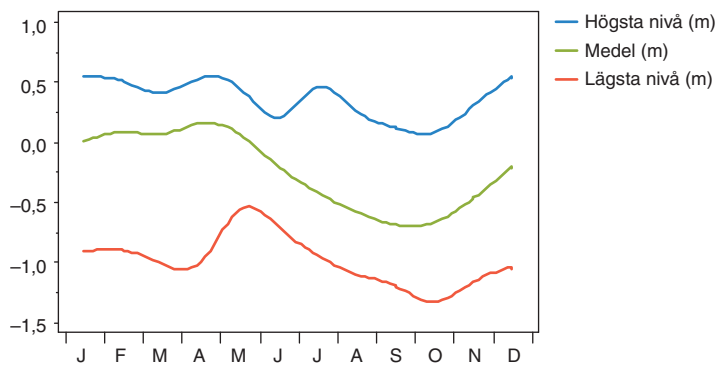


Fig. 9. Grundvattennivåns månadsvärden, meter under markytan. SGU, Grundvattennätet, Eskilstuna, Station 75:5.

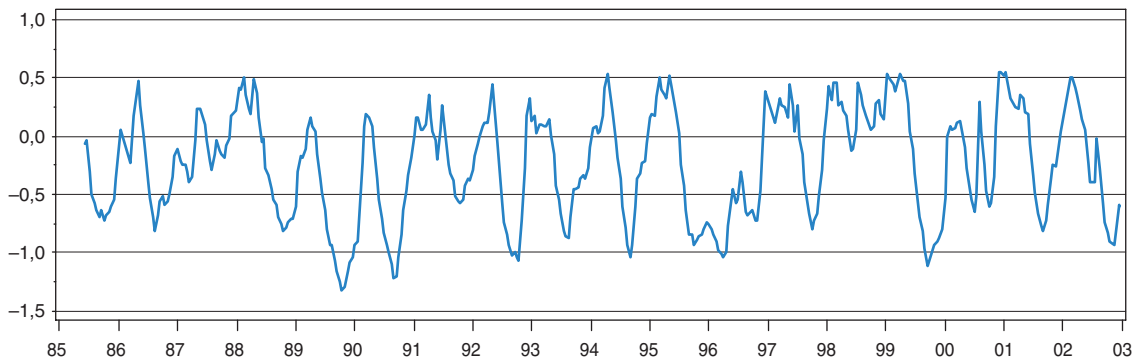


Fig. 10. Grundvattennivåer, meter under markytan. SGU, Grundvattennätet, Eskilstuna, Station 75:5.

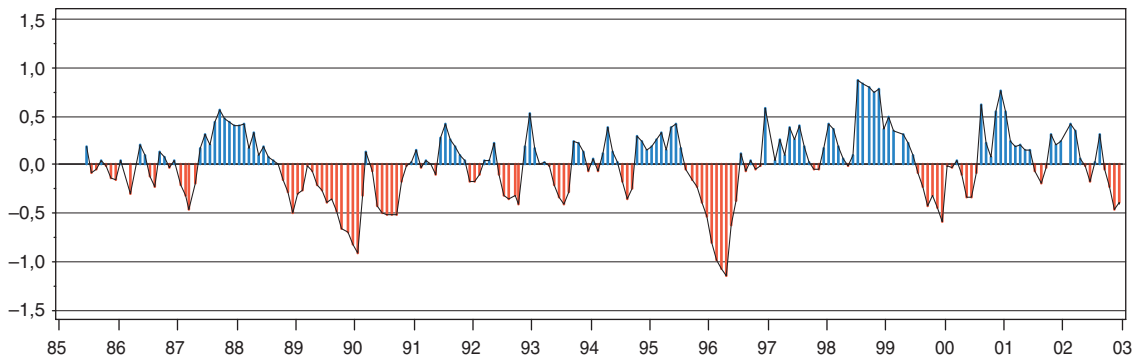


Fig. 11. Grundvattennivåer, avvikelser från månadsmedelvärde, meter. SGU, Grundvattennätet, Eskilstuna, Station 75:5.

ingår i yrkesmässig verksamhet eller inte, 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 (Socialstyrelsen 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 2 ingår några av de ämnen som brukar undersökas vid vattenanalys och de gräns- och riktvärden för dricksvatten som gäller enligt Livsmedelsverkets föreskrifter och Socialstyrelsens allmänna råd.

Tabell 2. Gräns- och riktvärden för dricksvatten enligt Livsmedelsverket (2001) och Socialstyrelsen (2003). Listan omfattar ett antal ämnen som är vanligt förekommande vid analys av dricksvatten.

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

Enligt Livsmedelsverket (2001): Gränsvärden gäller för prov från dricksvatten hos användaren och förpackat dricksvatten om inget annat anges. * = utgående dricksvatten resp. dricksvatten hos användaren och förpackat dricksvatten, ** = utgående dricksvatten. Enligt Socialstyrelsen (2003): (h) = hälsomässig grund för anmärkning, (e) = estetisk grund för anmärkning, (t) = teknisk grund för anmärkning.

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 (fig. 12).

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 på flera ställen inom Eskilstuna och Kungsörs kommun där de stora åsarna står i direkt kontakt med Mälaren eller Hjälmaren. Där förutsättning för inducerad infiltration bedömts föreligga har strandlinjen markerats med en särskild beteckning på grundvattenkartan.

Konstgjort grundvatten

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

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

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

Vid planering för och användande av en grundvattentäkt med konstgjord grundvattenbildning i naturliga jordlager måste förhållandevis omfattande och detaljerade hydrogeologiska undersök-

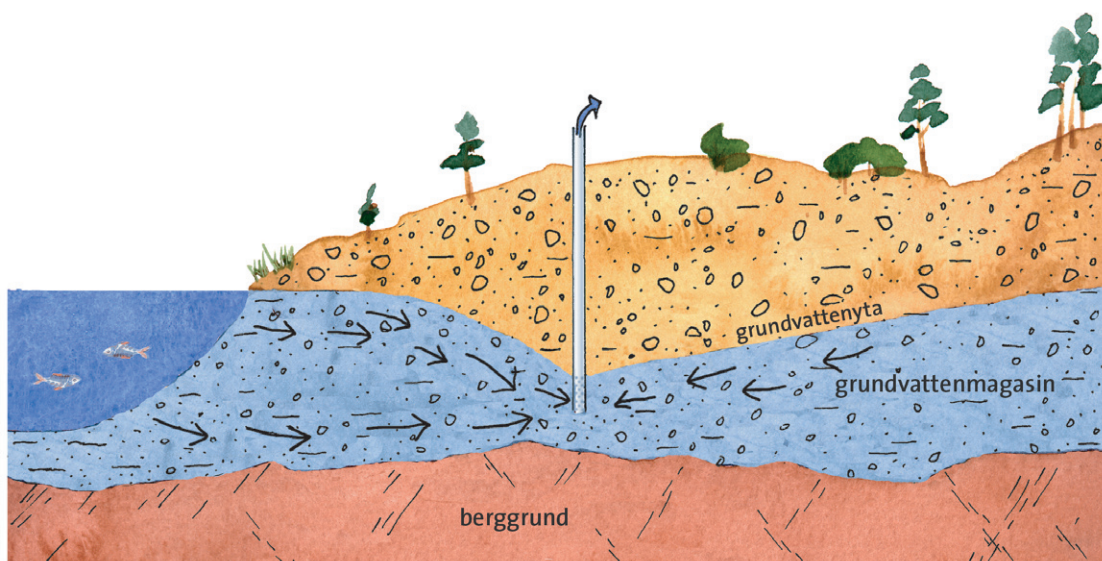


Fig. 12. Principbild på inducerad infiltration. Genom pumpning i brunnen sänks grundvattenytan under sjöns nivå. Därigenom kan sjövattnet infiltrera genom sjöbotten. Vid passagen genom sand- och gruslagren renas sjövattnet. Illustration: Anna Jonson, ArtAnna.

ningar genomföras. De hydrogeologiska förutsättningar som krävs kan kortfattat beskrivas enligt följande:

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

Naturligt grundvatten med ursprungligen höga halter av järn, mangan eller humus kan ofta förbättras genom att det luftas i vattenkaskaden i infiltrationsbassängen. En sådan anläggning kan se ut som figurerna 13 och 14 visar, men med den skillnaden att råvattnet kommer från en grundvattenbrunn i stället för från en sjö.

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

Grundvatten i berggrunden

Berggrunden inom Eskilstuna och Kungsörs kommuner består av kristallint urberg. Bergarterna är huvudsakligen gnejser och graniter av varierande slag. Gnejsomvandlade graniter, s.k. urgraniter dominerar. För närmare information hänvisas till SGUs berggrundskartor Ah 2 och Ah 7 i skala 1:250 000 samt Af 111 och Af 144 i skala 1:50 000.

Förskiffringsplanens stupningsvinkel har 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 förskiffringsplanen. Bergarten är lätt klyvbar längs förskiffringsplan, men inte lika lätt i andra riktningar. (Jämför med ådringen i trä!) Då de flesta brunnar borrar vertikalt är chanserna små att man ska träffa vattenförande avlossningssprickor i områden med vertikalt eller brant stupande förskiffringsplan. I områden med flackt stupande förskiffring är chanserna naturligtvis betydligt större att få vatten. Möjligheterna är omvänt proportionella mot stupningsvinkeln. Störst möjlighet har man om man borrar med så rät vinkel som möjligt mot förskiffringsplanen. 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.

Förskiffringsplanens stupningsvinkel, lutningen från horisontalplanet, varierar från område till område. Då stupningen är flack ska brunnsbörning i regel utföras vertikalt. I områden där stupningen är brantare, mer än 70 grader, kan det löna sig att utföra gradbörning (se fig. 15).

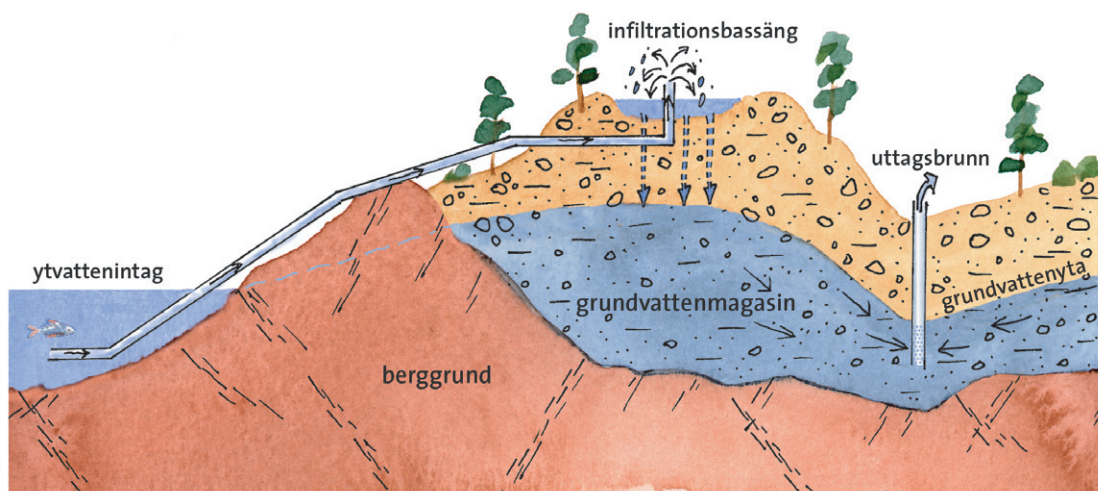


Fig. 13. Principbild på konstgjord grundvattenbildning. Sjövattnen leds till infiltrationsbassänger i en sand- och grusavlagring där den naturliga grundvattenbildningen inte är tillräcklig. Vid passage genom den omättade zonen renas vattnet. Illustration: Anna Jonson, ArtAnna.



Fig. 14. Luftningsanläggning i infiltrationsdamm. Järnet oxideras vid kontakt med luftens syre och faller ut och bildar roströda avlagringar. Foto: Thomas Aneblom.

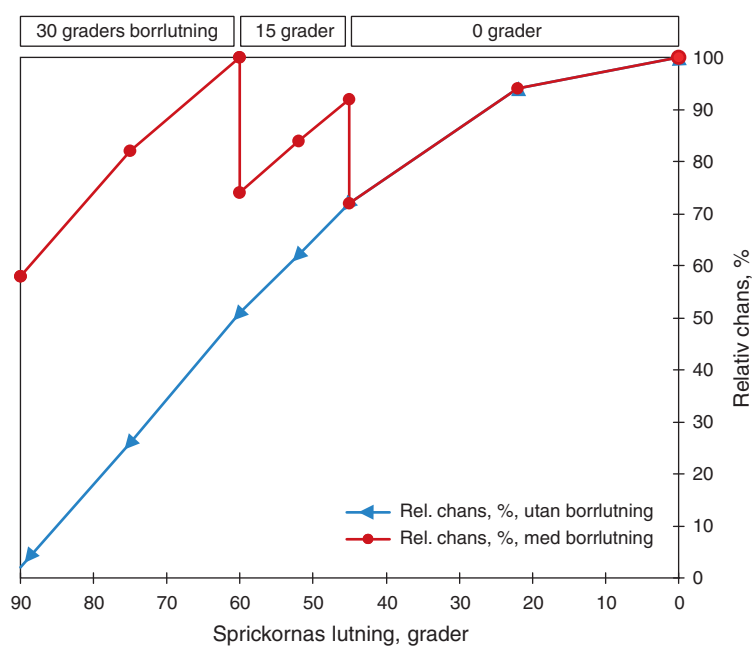


Fig. 15. Bilden visar hur den relativa chansen ökar om man vid brunnborrning tar hänsyn till vilken riktning sprickorna har (strykning och stupning) och därvid riktar borrningen åt rätt håll. Diagrammet förutsätter att man alltid borrar till ett visst djup. På grundvattenkartan har rekommenderade borrriktningar markerats.

Vad beträffar möjligheterna att få vatten vid brunnborrning i berg inom de båda kommunerna, kan man rent allmänt säga att berggrunden i genomsnitt ger något större vattenmängder än vad som är vanligt i svenskt urberg. Den genomsnittliga (median-) kapaciteten i bergborrade brunnar i kommunerna är 1000 l/tim, och genomsnittsbrunnen är 66 m djup. Kartbilden (huvudkartans bild) över variationerna i möjligheter till uttag av grundvatten i berggrunden har hämtats från SGUs kartor "Grundvattnet i Södermanlands län" (SGU Ah 7) och "Grundvattnet i Västmanlands län" (SGU Ah 2). Bilden har tagits fram med hjälp av statistiska bearbetningar av brunn-data från SGUs brunnarkiv.

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

REDOVISNING AV FÄLTUNDERSÖKNINGAR

Fältarbetena utfördes under april och maj 2002 samt i maj och juni 2002. Då resurserna i form av personal, tid och ekonomi har varit begränsade, har urvalet av områden och typ av insatser noggrant övervägts.

Efter en översiktlig rekognoscering i fält med ledning av jordartskartan koncentrerades insatserna på områden där förutsättningar för större grundvattenuttag bedömdes finnas och där tidigare undersökningar saknades eller kompletteringar var önskvärda. Arbeten har även genomförts i nyckelområden för bestämning av lägen för grundvattendelare samt utbredning och mäktighet (berglägesbestämningar) av viktiga grundvattenmagasin. Uttagskapaciteter i brunnar registrerade i SGUs brunnarkiv (fig. 16) har utgjort underlag för kartbilden över grundvattentillgångar i berggrunden.

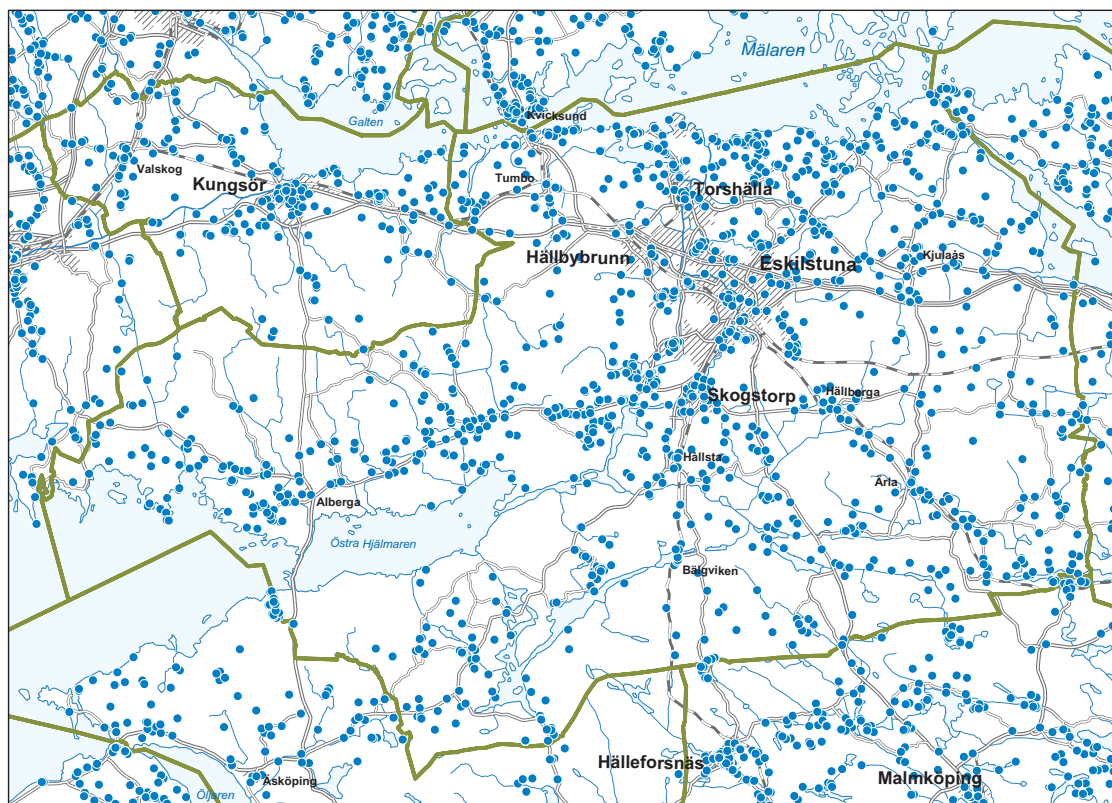


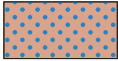
Fig. 16. Blå punkter markerar brunnar i Eskilstuna och Kungsörs kommuner registrerade i SGUs brunnarkiv. Kapaciteten i dessa har utgjort underlag för kartbilden över grundvattentillgångarna i berggrunden.

Undersökningar utfördes på de tre stora rullstensåsarna Badelundaåsen, Strömsholmsåsen och Köpingsåsen. De områden som tidigare väl dokumenterats, främst för framtagande av kommunernas vattentäkter, t.ex. Hyndevad och Skottbacken, ägnades inte några mer omfattande fältinsatser.

Tillgängliga resultat och dokumentation från tidigare insatser av kommuner, ingenjörsfirmor etc. har vägts in vid bedömningen och sammanställningen av grundvattenkartan. Uppgifter och resultat från SGUs grundvattenundersökningar i de båda kommunerna är lagrade i SGUs parameterdatabas. Här nedan redovisas ett urval av dessa arbeten. De infogade kartbilderna är utsnitt från huvudkartan med viss kompletterande information och har samma teckenförklaring som denna (fig. 17).

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I JORDLAGREN

Sand och grus, huvudsakligen isälvsavlagringar

	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 25–125 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 5–25 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 1–5 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen <1 l/s
	Viktigt grundvattenbildningsområde för en större grundvattenförekomst

Sand- och gruslager under finkorniga sediment

	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 25–125 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 5–25 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 1–5 l/s
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen <1 l/s
	Sammanhängande tätta jordlager, vattenförande friktionslager kan förekomma i eller under dessa sediment

ORGANISKA JORDARTER

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

BEDÖMDA GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I BERGGRUNDEN

	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 2 000–6 000 l/h
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 600–2 000 l/h
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen 200–600 l/h
	Uttagsmöjligheter i storleksordningen <200 l/h

ÖVRIGA BETECKNINGAR

	Fast grundvattendelare i jordlager
	Rörlig grundvattendelare i jordlager
	Grundvattnets huvudrörelseriktning i jordlager
	Strandlinje där förutsättning för inducerad infiltration bedöms föreligga
	Källa eller källhorisont med ett flöde av <0,5 l/s
	Källa eller källhorisont med ett flöde av 0,5–3 l/s
	Källa eller källhorisont med ett flöde av 10–50 l/s
	Seismisk profil
	Georadarprofil
	Observationsrör eller rörbrunn för mätning av grundvattennivå

Fig. 17. Teckenförklaring till kartutsnittet i beskrivningen.

Badelundaåsen, Kjula–Ärla

Badelundaåsen sträcker sig över Mälaren som ett antal öar eller grund och går in i Eskilstuna vid Sundbyholm varefter den fortsätter söderut via Kjula ut ur kommunen ca 5 km söder om Ärla mot Dunker. Sträckningen inom kommunen är drygt 30 km. Grundvattennivån i åsen faller från ca 64 m ö.h. längst i söder till Mälarens nivå ca 0,5 m ö.h. vid Sundbyholm. Längs åsen förekommer ett flertal utströmningar i form av källor, t.ex. Sjökällan och Skirkällan och diffusa utläckningar av grundvatten, t.ex. vid Ribbingelund och Hedmossen.

Mellan Sundby och Kjula (fig. 18) är Badelundaåsen helt eller delvis dold av leror av varierande mäktighet. För att klarlägga åsens mäktighet, utbredning och sammansättning här, genomfördes seismiska mätningar vid Dybacken (fig. 19 och 20) och Löten (fig. 21). Resultaten visar att åsen har en mäktighet av 10–30 m under leran och en utbredning av 250–850 m. Den seismiska hastigheten, ca 1 700 m/s, tyder på sandigt grusigt material, vilket har mycket gynnsamma egenskaper för grundvattenförekomst. Vid Sjökällan, ca 500 m nordväst om Kjula kyrka, genombryts lerlagret av grundvattenflödet. Mätningar i maj 2001 visade ett flöde av 44 l/s.

Strax söder om Kjula, där väg E20 går (fig. 22), passerar Badelundaåsen en markant öst–västlig förkastningsbrant. Åsens överyta och grundvattennivå sjunker här relativt kraftigt. I jämnhöjd

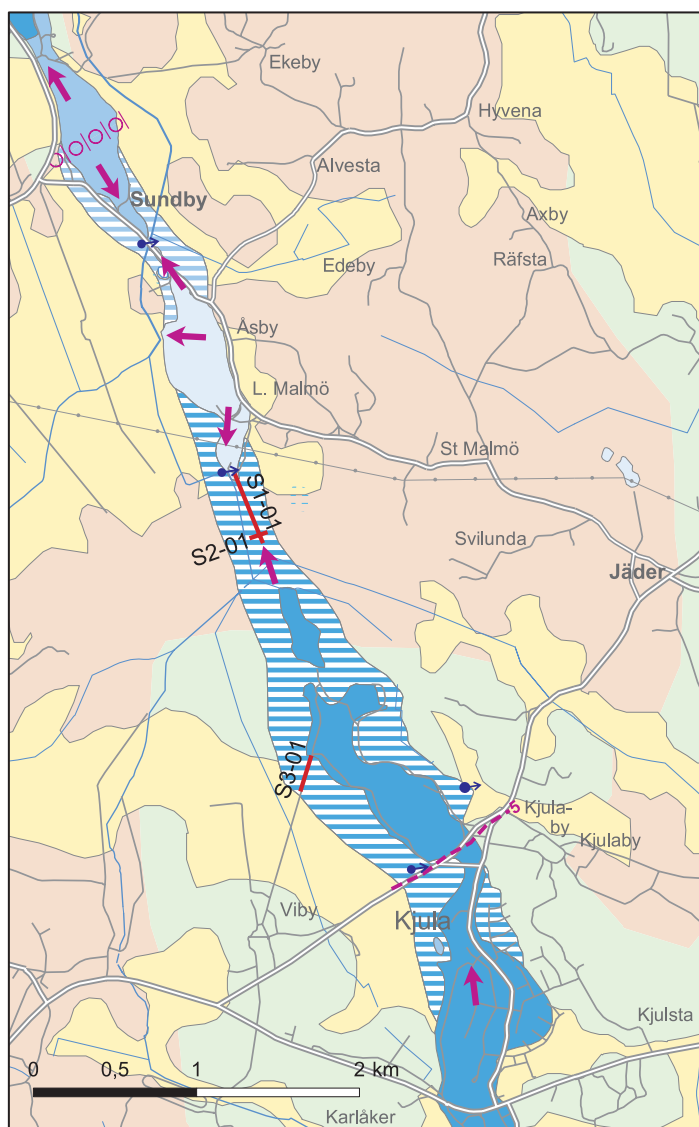


Fig. 18. Grundvattentillgångar i Badelundaåsen norr om Kjula. Åsen är delvis dold av lera.

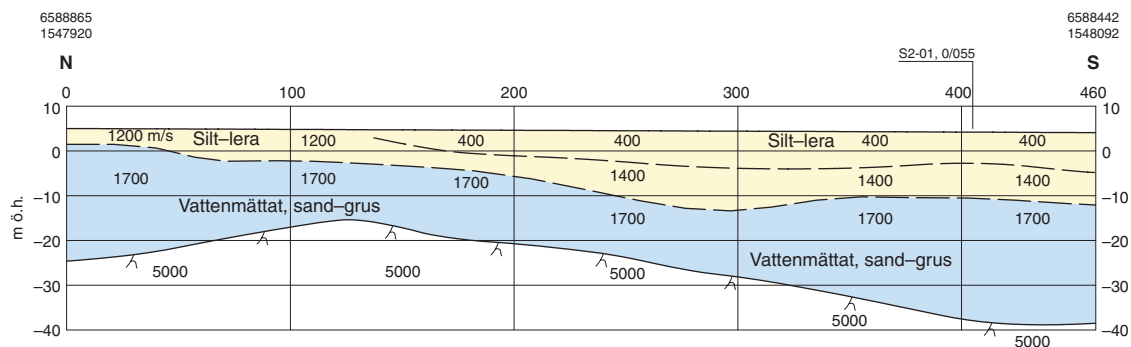


Fig. 19. Seismisk längdprofil, S1-01, ca 400 m söder om Dybacken (se fig. 17). Diagrammet visar ett övre 5–10 m mäktigt lerlager. Den underliggande åsen är 10–30 m mäktig. Berggrundens överyta varierar mellan 38 och 16 m under havsytans nivå.

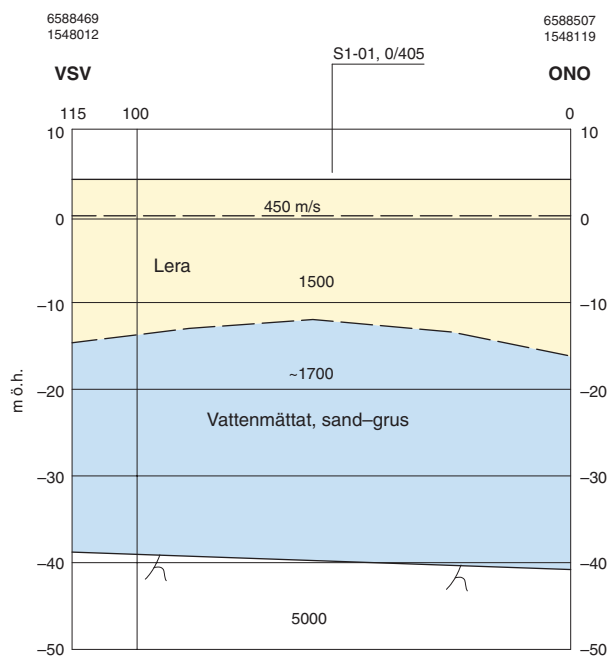


Fig. 20. Seismisk tvärprofil, S2-01, ca 400 m söder om Dybacken. Åsen med krön framträder tydligt under drygt 20 m lera (gul färg). Åsen är helt mättad med grundvatten med en tryckyta nära markytan. Åsens mäktighet är här nära 30 m.

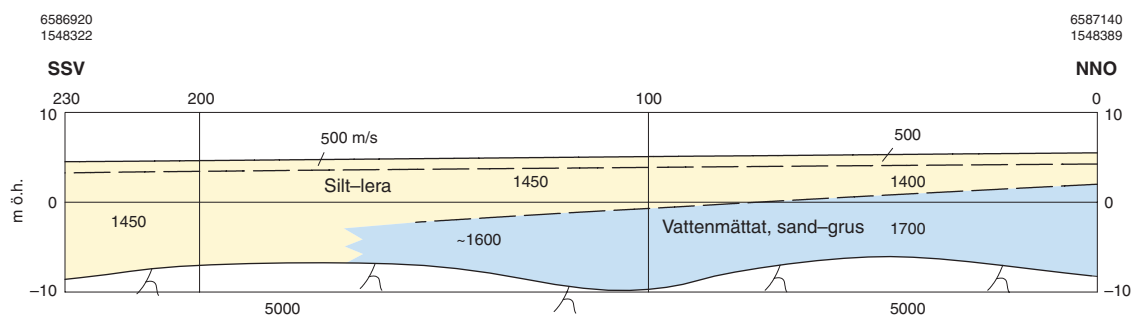


Fig. 21. Seismisk profil, S3-01, vid Löten. Åsen framträder under täckande lerlager. Åsen tunnar ut mot sydsydväst och upphör ca 150 m från profilens nollpunkt. Berggrunden är relativt flack med en variation mellan 10 och 6 m under havsnivå.

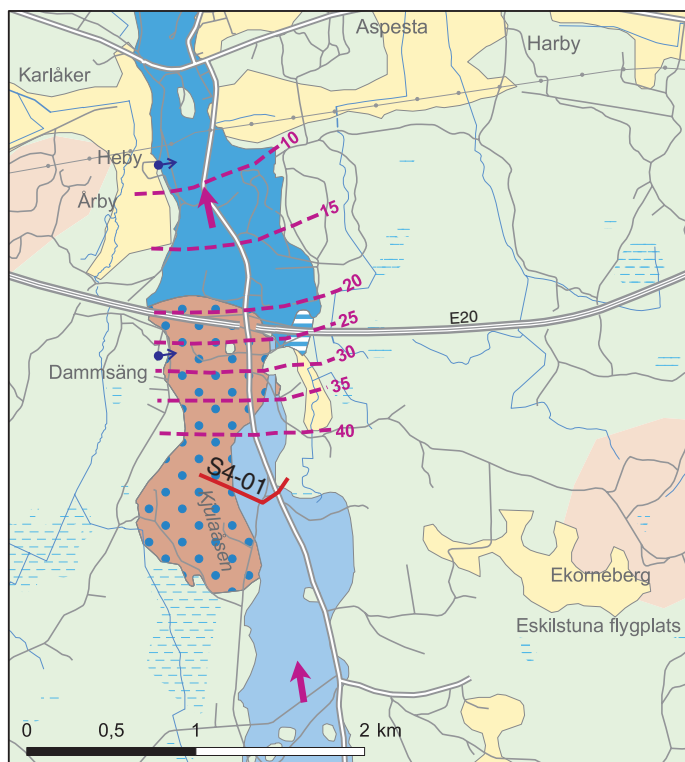


Fig. 22. Grundvattentillgångar i Badelundaåsen 0–4 km söder om Kjula. Grundvattennivån sjunker från ca 44 m ö.h. i söder till ca 8 m ö.h. i norr. Kjula kyrka ligger i norr strax utanför kartan.

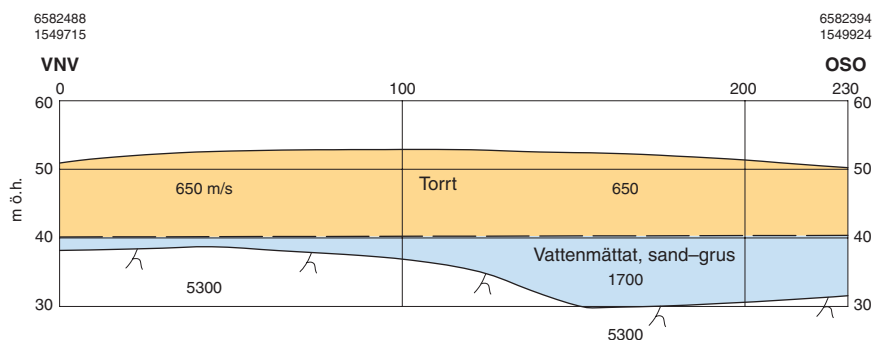


Fig. 23. Seismiska profilen S4-01. Mätningarna visar att grundvattenmagasinet i huvudsak förekommer i den östra delen i nära anslutning till vägen mellan Kjula och Ärla. Den vattenmättade zonens mäktighet är ca 10 m.

med Eskilstuna flygplats är åsens överyta ca 65 m ö.h. och grundvattennivån ca 44 m ö.h. Vid Kjula kyrka är åsens överyta ca 15 m ö.h. samtidigt som grundvattennivån i åsen är ca 8 m ö.h. Den kraftigaste grundvattengradienten, från ca 40 m ö.h. till 10 m ö.h. förekommer ca 500 m på ömse sidor om väg E20. Den markanta bergtröskeln här är en del av den öst–västliga förkastningszon som går söder om Mälaren från Eskilstuna till Stockholm. Tidigare kartläggningar i detta område (grundvattenkartorna SGU Ag 8 och Ah 7) anger att Badelundaåsen i detta avsnitt i stort sett skulle sakna grundvattenmagasin av betydelse. För att klarlägga förhållandet ytterligare utfördes geofysiska mätningar på åsen ca 1 km söder om väg E20. En radarmätning visade i väster radarekon vilka tolkades som höga berglägen. Ingen tydlig grundvattenyta kunde urskiljas. Mot öster framträder ett tydligt radareko drygt 10 m under markytan och det fortsätter ca 300 m mot öster. En seismisk mätning, S4-01, (fig. 23) utfördes för att man bättre skulle kunna bestämma bergläget och storleken på grundvattenmagasinet.

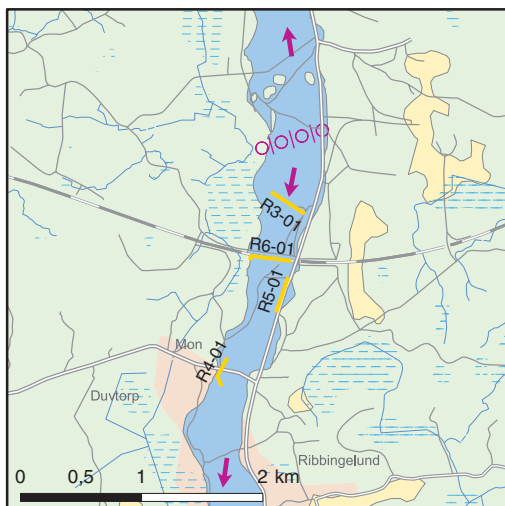


Fig. 24. Grundvattentillgångar i Badelundaåsen ca 5 km söder om Kjula.

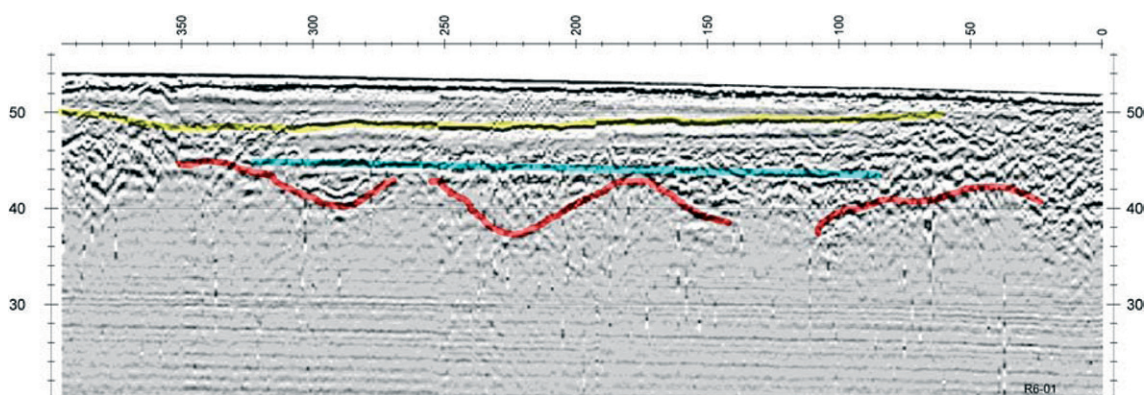


Fig. 25. Georadarprofil R6-01, längs järnvägen väster om vägen Kjula-Ärla. Profilen visar att bergets överyta varierar mellan 6 och 16 m under markytan (röd linje). Grundvattenmagasinet är måttligt eller delvis frånvarande. Ett lerlager 3–4 m under markytan kan troligen hålla en sekundär grundvattenyta. Gul markering visar den sekundära grundvattenytan. Blå markering visar grundvattenytan.

Resultatet av de seismiska mätningarna bekräftar och förstärker radarmätningarnas antydan att ett grundvattenmagasin förekommer här. I syfte att klarlägga exakt grundvattennivå, material-sammansättning och bergläge utfördes en sondering ungefär vid 200 m på den seismiska profilen. Sonderingen visade ett jorddjup av ca 20,5 m med sand, grus och mo. Ett tvåtums observationsrör neddrivs till 17 meters djup. Lagerföljden visade: 0–2 m mellansand, 2–13 m grusig mellansand, 13–16 m fingrus, 16–17 m grusig mellansand. Grundvattennivån uppmättes vid tillfället (2002-05-30) till 43,92 m ö.h.

Strömningsriktningen i åsen i det ovan redovisade avsnittet av Badelundaåsen är mot norr. Vid karteringsarbetet 1972 (SGU Ag 8) fastställdes en högsta grundvattennivå på ca 45 m ö.h. i åsen ca 2,5 km norr om Ribbingelund; se den rörliga grundvattendelaren i figur 24. Mot söder faller grundvattennivån åter. Längs den nya järnvägen, som är nedskuren tvärs genom åsen, utfördes en 395 m lång georadarprofil, R6-01 (fig. 25). Mätningen visade en grundvattennivå på ca 44 m med en berggrundsytan som varierade mellan 36 och 44 m ö.h. Detta visar att grundvattenmagasinet ställvis är relativt grunt här. Antydningar till ett lerlager 3–5 m under markytan framträder på radargrammet. Lerlager har återfunnits vid eller i åsen på ömse sidor om den nästan överallt där undersökning utförts. Två borrhningar utfördes i den gamla grustakten, ca 300 m västerut längs vägen mot Mon. I tåktens västra del påträffades lera. I den östra delen 40 m in mot åsens kärna återfanns ingen lera.

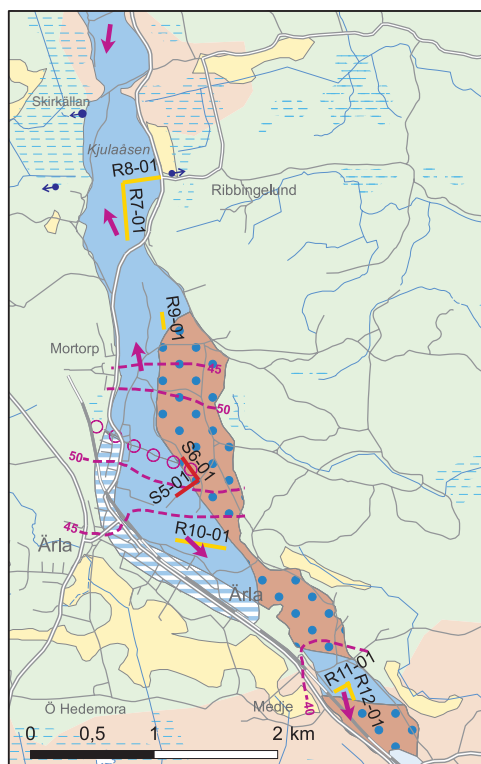


Fig. 26. Grundvattentillgångar i Badelundaåsen vid Ärla. Partier med höga berglägen i öster och söder medför att åsen devis saknar grundvattenmagasin.

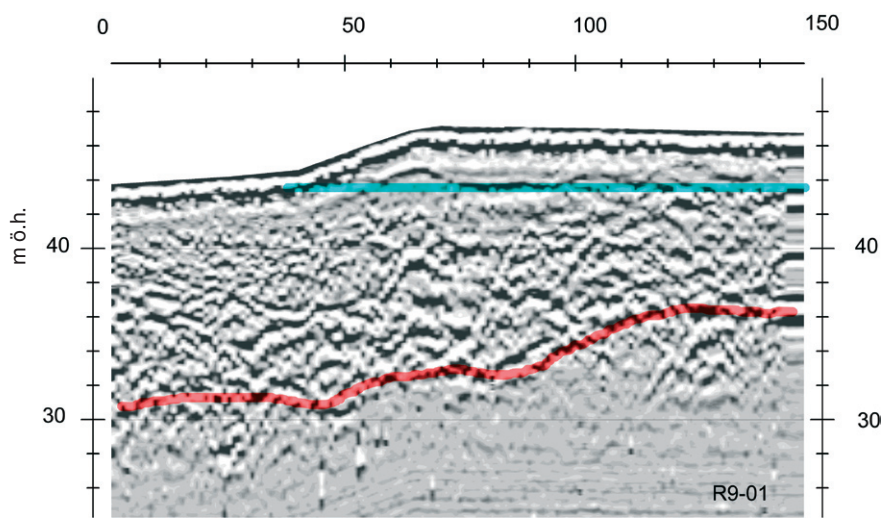


Fig. 27. Radarprofil R9-01 i grustäkten norr Ärla cementgjuteri. Profilen visar förekomsten av ett relativt måttligt grundvattenmagasin som ökar mot norr. Blå markering visar grundvattenytan och röd markering bergytan.

Grundvattennivån sjunker relativt måttligt från Ribbingelund mot söder, drygt 1 m per kilometer, och huvuddräneringen sker vid Skirkällan vid åsens västra sida (se fig. 24 och 26). Grundvattennivån är vid källan 40,64 m ö.h. Diffusa utläckningar av vatten sker även på flera ställen på ömse sidor om åsen.

Till Skirkällan strömmar även grundvatten från söder. I den djupa grustäkten på norra sidan om Ärla cementgjuteri upprättades en 150 meter lång sydlig till nordlig radarprofil, R9-01 (fig. 27). Jorddjupet tolkades till 10–15 m. Grundvattenytan låg här ca 44 m ö.h., vilket innebär att magasinet är relativt stort. Härifrån ner till Ärla samhälle breder åsen ut sig, den är nära 1 km bred och når över 75 m ö.h. Där åsen är som mäktigast, ett hundratal meter norr om skjutbanan, utfördes två seismiska profiler vinkelrätt mot varandra, S5-01 och S6-01 (fig. 26). Resultatet visade att åsen här har en mäktighet av mellan 22 och 25 m. Ingen tydlig grundvattenyta kunde uttolkas i den

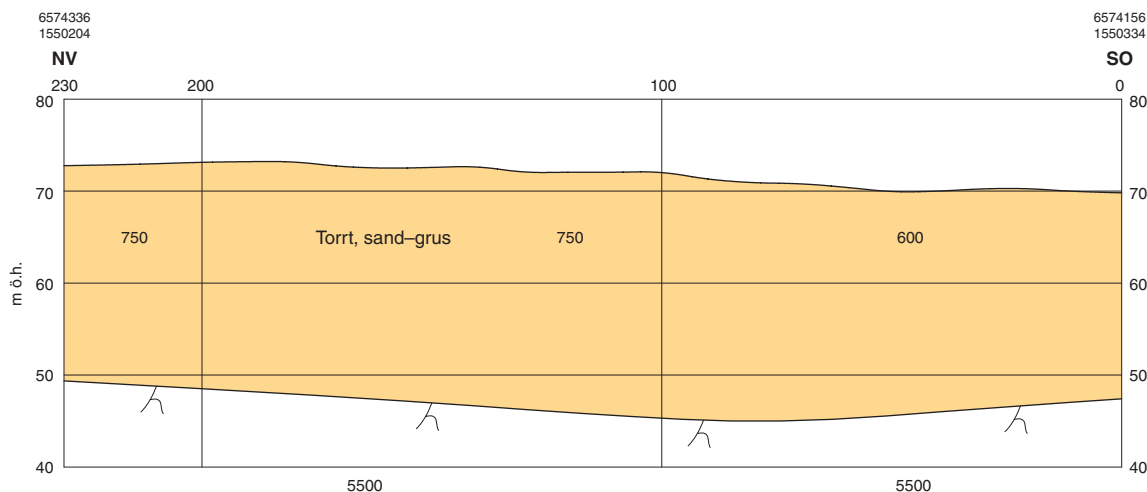


Fig. 28. Seismisk profil S6-01 på åsen norr om skjutbanan vid Ärla. Inget grundvattenmagasin kan utläsas ur den seismiska mätningen. Förekomsten av ett grunt magasin är dock trolig.

seismiska mätningen. Ungefär mitt på profil S6-01 (fig. 28) genomfördes en sonderingsborrning. Materialet var sandigt grus ned till 22 meter under markytan och delvis mycket svårborrat. Vid 22 meter blev det stopp, förmodligen mot berg. Ett tvåtums observationsrör kunde drivas till 16 meters djup, där röret gick av. Inget vatten påträffades. Detta visar att Badelundaåsen vid denna del ej innehåller något grundvattenmagasin av betydelse. Trots att åsen i detta parti till stora delar är "torr" har detta område betydelse som infiltrationsområde för den kommunala vattentäkten i Ärla samt enskilda brunnar i detta område.

Brunnsinventering i Ärla samhälle och ett observationsrör i Ärla grustag visar att grundvattennivån i huvudmagasinet ligger mellan ca 41 och 48 m ö.h. De högsta nivåerna, drygt 50 m ö.h., finns i norra delen av samhället och sjunker härifrån mot norr till Skirkällan och mot sydöst mot källan vid Norrsjöns östra sida. Utflödet vid denna källa uppskattas till ca 30 liter per sekund.

Söder om Ärla, vid Söräng, är åsen på en ca 1,5 km lång sträcka nästan 1 km bred. För att klarlägga grundvattenförhållandena här mättes en 230 m lång profil, S7-01 (fig. 29 och 30), i åsens längdriktning. Den seismiska profilen uppvisade en liknande bild som mätningen vid Ärla: jorddjupet var ca 25 m. Berggrundens överyta ligger mellan ca 37,5 och 39 m ö.h. Inventeringen av närliggande brunnar visar att grundvattennivån här bör ligga i närheten av denna nivå, vilket innebär att grundvattenmagasin av betydelse saknas här. Radarmätningar genomfördes tvärs över åsen ca 300 m norr och 600 m söder om åsgropen "Jättens grötfat", profilerna R16-01 (fig. 31) respektive R15-01. Radarbilderna visade liknande resultat: grundvattenytan ligger ca 36 m ö.h. vid den norra och 38 m ö.h. vid den södra åsgropen och sjunker mot väster. Lerlager kilar in i åsen på ömse sidor. Någon tydlig bild av berggrundsytan kan inte ses i radargrammet vilket tyder på ett ganska djupt grundvattenmagasin. I botten av Jättens grötfat sattes ett 1½-tums observationsrör. Sonderingen gav följande lagerföljd: 0–17 m sandigt grus, 17–17,5 m sten, stopp vid 17,5 m, sannolikt berg. Grundvattennivån uppmättes till 34,10 m ö.h.

Mot söder ändrar åsen riktning och går i sydöstlig riktning några kilometer. Höga berglägen, rikligt med stora block och moräninblandning kännetecknar åsen i detta avsnitt. Grundvattenmagasin av betydelse saknas här.

Norr om Hedmossen och söderut över kommungränsen är materialet mäktigare. Åsens överyta, som här når över 75 m ö.h., är flackare. Radarmätningar genomfördes längs den öst–västliga skogsvägen norr om Hedmossen, R13-01 och R14-01 (fig. 32) och från Hedmossens nordöstra sida mot nordöst över vägen Ärla–Malmköping mot Rödmosen, R17-01 (fig. 33). Radargrammen antyder ett relativt stort grundvattenmagasin med en relativt flack grundvattenyta på ca 65 m ö.h. Nära

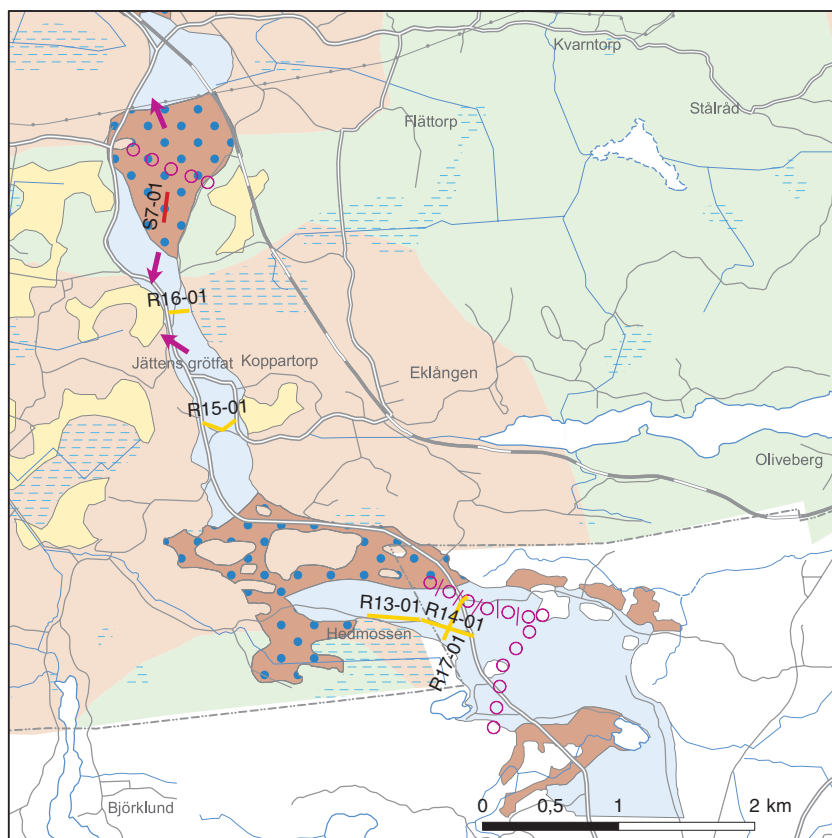


Fig. 29. Grundvattentillgångar i Badelundaåsen söder om Ärla. Höga berglägen i åsen medför att grundvattenmagasin saknas eller är litet i vissa partier. Goda förutsättningar för grundvattenuttag finns vid Hedmossens norra sida.

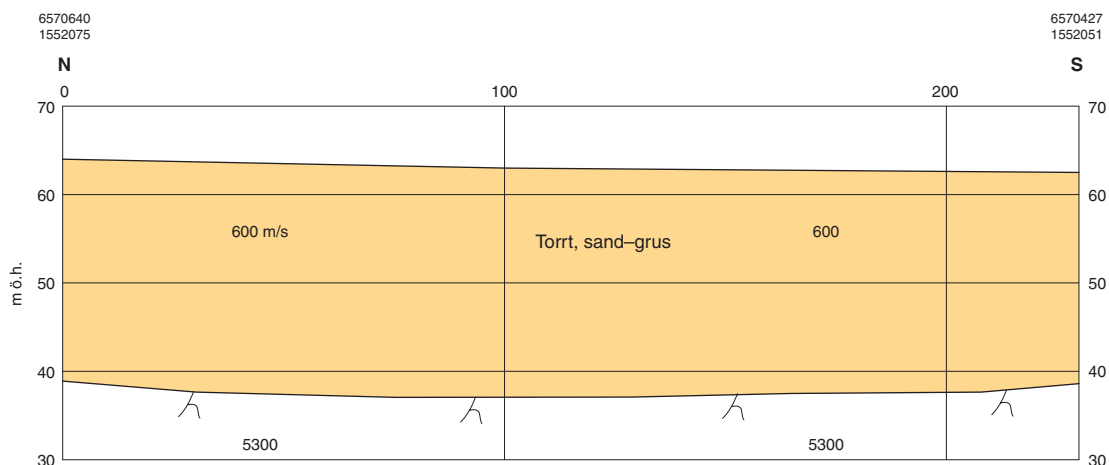


Fig. 30. Seismisk profil, S7-01 på Badelundaåsen vid Söräng. Inget grundvattenmagasin kan utläsas ur den seismiska mätningen. Förekomsten av ett grunt magasin är dock trolig.

skärningspunkten mellan R14-01 och R17-01 utfördes en sondering till 25 meters djup. Materialet tolkades genomgående bestå av sand och grus med inslag av sten mot djupet. Då förutsättningarna för goda grundvattentillgångar bedömdes vara stora sattes ett 16 m djupt tvåtums observationsrör. Borrningen gav följande resultat: 0–5 m mellansand, 6–7 m fingrus, 7–9 m grovsand, 9–10 m grus, 10–13 m fingrus, 13–16 m sandigt grus. Grundvattennivån lodades till 9,95 m under markytan och avvägdes till 64,49 m ö.h.

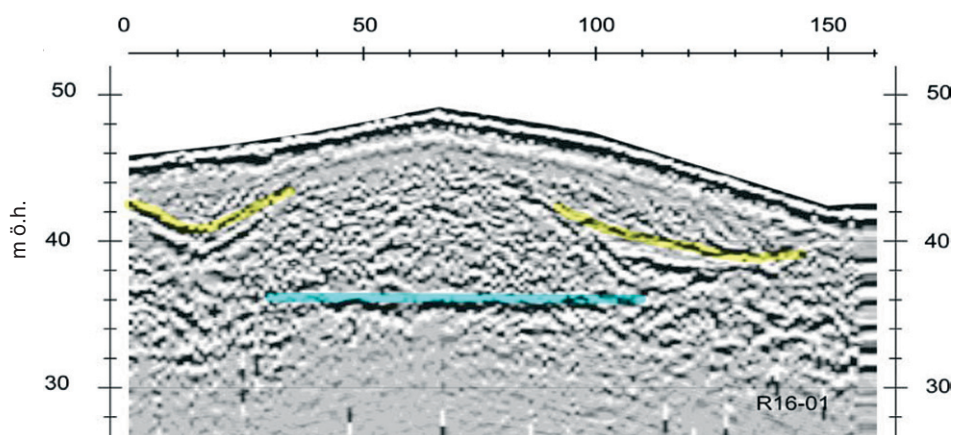


Fig. 31. Radarprofil R16-01 tvärs över Badelundaåsen 300 m norr Jättens grötfat. Lerlager kilar in i åsen på båda sidor. Grundvattentytan sjunker något mot väster, vilket tyder på dränering i denna riktning. Blå linje anger grundvattentytan. Gul linje visar den sekundära grundvattentytan.

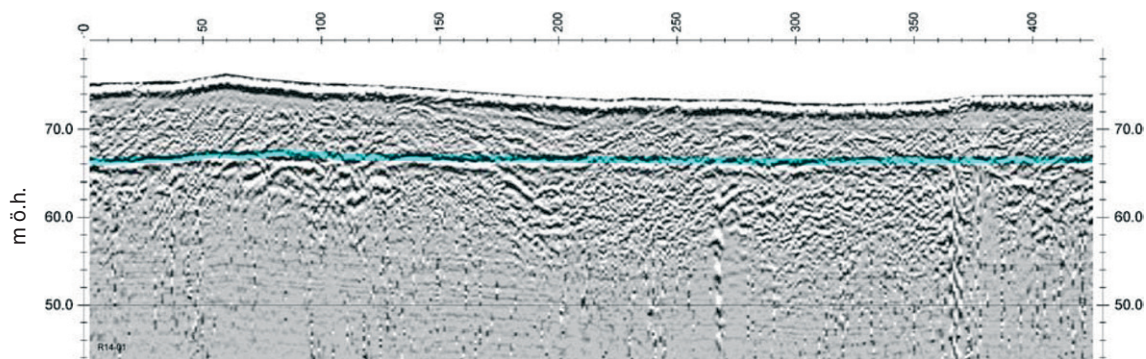


Fig. 32. Radargram R14-01 norr om Hedmossen. Grundvattentytan är nästan horisontell med antydning till en sänkning längst mot den västra sidan. Profilen korsar profil R17-01 vid ca 215 m. Inget berg kan uttydas i diagrammet. Blå linje markerar grundvattentytan.

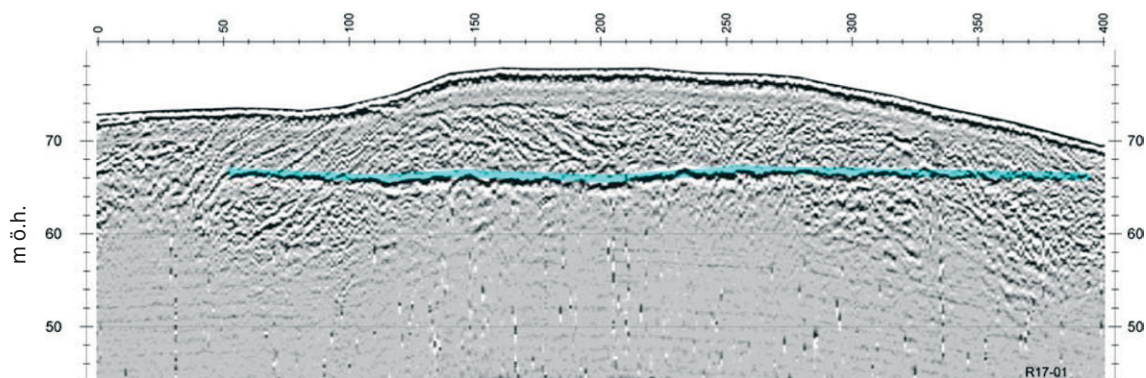


Fig. 33. Radargram R17-01 nordost om Hedmossen. Profilen korsar profil R14-01 vid 90 m. Grundvattentytan är nästan horisontell med en högsta nivå vid ca 250 m. I detta område finns förmodligen en rörlig grundvattendelare. Ingen bergyta kan urskiljas i diagrammet. Jorddjupet är här minst 25 m och materialet är sannolikt sand och grus. Blå linje markerar grundvattentytan.

Strömsholmsåsen

Strömsholmsåsen kommer norrifrån in i Eskilstuna kommun vid Kvicksund och fortsätter söderut via Tumbo, Hällbybrunn, Hyndevad och Hållsta (fig. 34). Vid Hållsta fortsätter åsen mot sydöst och lämnar Eskilstuna kommun strax söder om Mortorp. Längden på åsen inom kommunen är ca 35 km.

Fältundersökningarna inriktades på viktigare avsnitt i åsens norra del, Kvicksund–Borsökna. Åsavsnittet vid Hyndevad är relativt väl dokumenterat i olika utredningar för Eskilstunas kommunala vattentäkt. Delen från Hållsta till Mortorp, vid kommungränsen, har bedömts genom fältbesiktning, uppgifter från SGUs brunnsarkiv och tidigare kartläggningar (SGU Ag 8 och Ah 7).

Vid Kvicksund genomfördes radarmätningar längs några gator och vägar (R37 t.o.m. R40). Radargrammen är otydliga på grund av asfaltytor och ger inte någon upplysning av värde. Uppgifter från brunnsarkivet visar en åsmäktighet på 13–27 m vilket tyder på förekomst av ett bra grundvattenmagasin här. Viss inducerad infiltration närmast Mälaren är möjlig.

Ungefär 1,5 km sydost om Kvicksund ändrar åsen riktning mot söder. På dess västra sida, 125 respektive 190 m från åsen, utfördes två sonderingar. Sonderingen närmast åsen gav följande: 0–7,6 m lera, 7,6–7,7 m sand, 7,7–9,5 m lera, 9,5–14,0 m sand, grus och sten, 14,0–14,4 m morän. Stopp vid 14,4 m, sannolikt berg. Den andra sonderingen 65 m längre från åsen gav följande: 0–13,5 m lera, 13,5–14,3 m sand, 14,3–15,5 m grus och sten, 15,5–15,7 m morän. Stopp vid 15,7 m, sannolikt i berg. Grundvattenytan uppmättes till ca 0,6 m under marknivå. Sonderingarna visar att isälvmaterialet i detta parti till stora delar finns under leran på den västra sidan och tunnar ut mot väster. Grundvattentillgången bedöms här vara god.

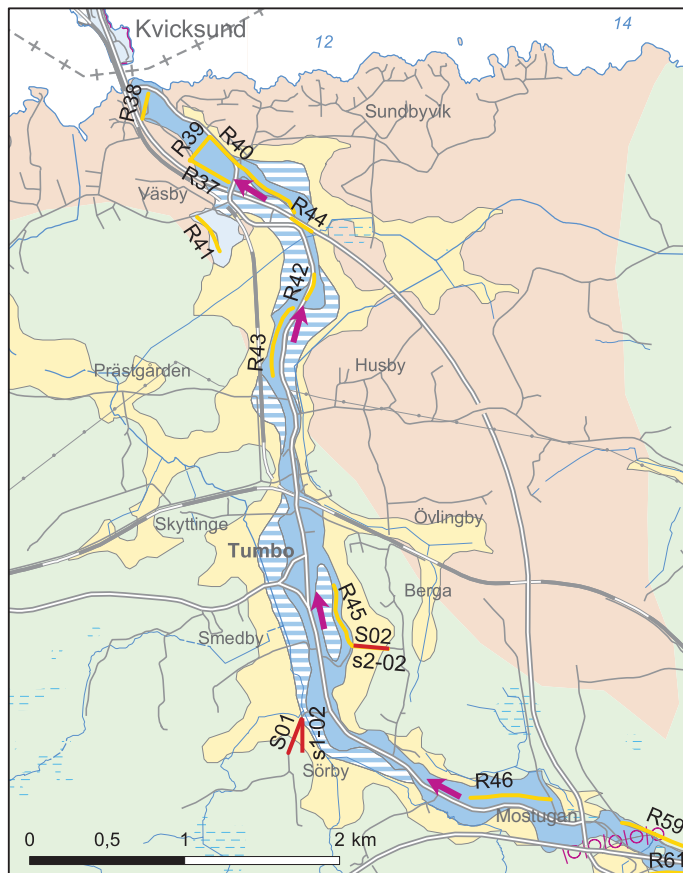


Fig. 34. Grundvattentillgångar i Strömsholmsåsen. Grundvattennivån sjunker från ca 7 m ö.h. vid Mostugan till Mälarens nivå, ca 0,5 m ö.h., vid Kvicksund.

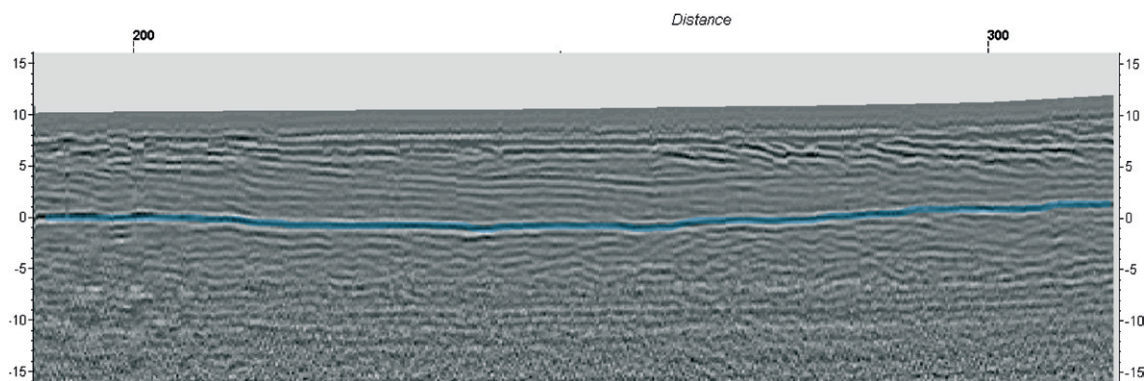


Fig. 35. Georadarprofil R43. Längdprofil på Strömsholmsåsen ca 1,5 km norr om Tumbo. Grundvattennivån framträder tydligt 10–12 m under markytan och sjunker måttligt mot norr. Jorddjupet bedöms till ca 20 m. Blå linje markerar grundvattenytan.

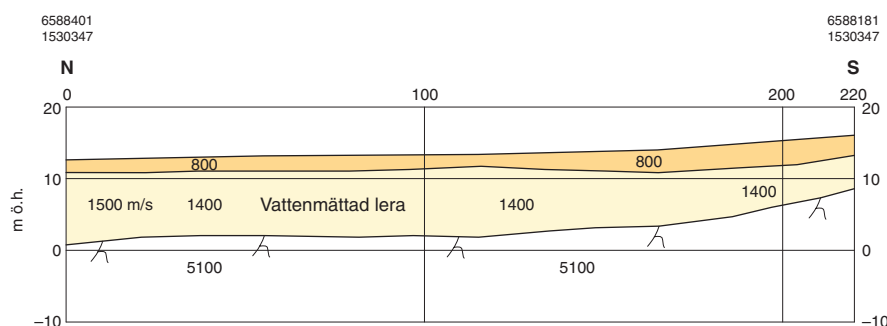


Fig. 36. Seismisk profil S1-02. I profilen syns inget ismaterial.

Parallellt med vägen mellan Kvicksund och Tumbo på åsen, ca 1 km norr om Tumbo, genomfördes radarmätningarna R42 och R43 (fig. 35). Radargrammen visar en tydlig grundvattenyta ca 10 m under markytan (0–2 m ö.h.). Någon tydlig bergyta kan inte urskiljas vilket indikerar att grundvattenmagasinet troligen är minst 5 m mäktigt.

Omedelbart söder om Tumbo delar sig åsen i två grenar på en sträcka av 800 m med ett mellanliggande 100–150 m brett lerområde. Längs den östra grenen genomfördes en 400 m lång radarmätning. Grundvattenytan kunde tydligt urskiljas 12–14 m under markytan. Inget berg syns på radargrammet. En sondering mitt i området mellan åsgrenarna gav: 0–7,4 m lera, 7,4–9,1 m sand, 9,1–10,0 m grus och sten, 10,0–14,4 m sand, 14,4–14,6 m morän. Vid 14,6 m stopp mot förmodat berg. Undersökningarna här visar således att åsens östra och västra gren hänger samman under den mellanliggande leran och att grundvattenmagasinet är relativt stort.

För att klarlägga åsens verkliga utbredning i detta område genomfördes två seismiska mätningar på åsens västra och östra sida. På den västra sidan drogs profilen S1-02 (fig. 36) från åsen mot söder till Sörby. Den seismiska hastigheten 1 400–1 500 m/s tyder på lera. Inget åsmaterial förekommer. På den östra sidan drogs profil S02 vinkelrätt mot den östra grenen mot öster. Mätningen visar att berggrundsyta närmast åsen ligger på ca 12 m ö.h. och stiger till ca 17 m ö.h. i öster. Jordlagret är relativt tunt, 4–5 m, och består i huvudsak av omättad lera. Inget åsmaterial kan uttydas ur mätningen.

Vid Sörby svänger åsen mot sydöst till Hällbybrunn. Från Mostugan utmed åsen mot väster genomfördes en 530 m lång radarmätning, R46 (fig. 37), på det flacka åspartiet. De första 300 metrarna på radargrammet är ganska otydliga vilket indikerar förekomst av lerinslag. Vissa indikationer på en grundvattenyta 4–5 m under markytan förekommer. Vid 370 meter och till profilens slut framträder ett tydligt radareko som tolkas som grundvattenytan. Grundvattennivån sjunker svagt mot väster.

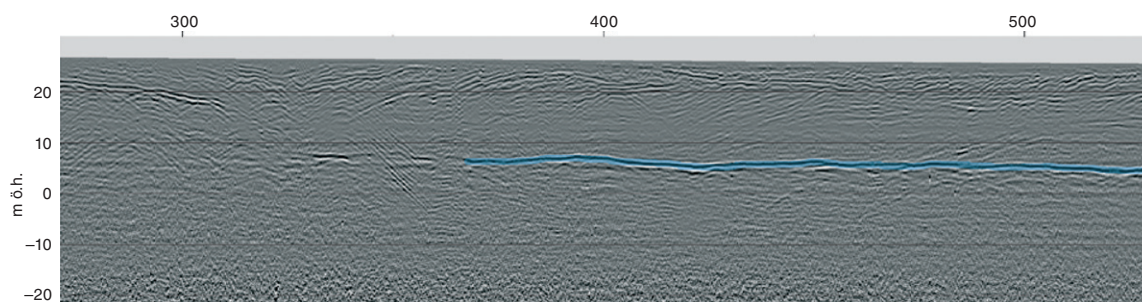


Fig. 37. Radarprofil R 46 väster om Mostugan. Grundvattenytan (blå linje) framträder tydligt ca 20 m under markytan från ca 370 m och sjunker svagt mot väster.

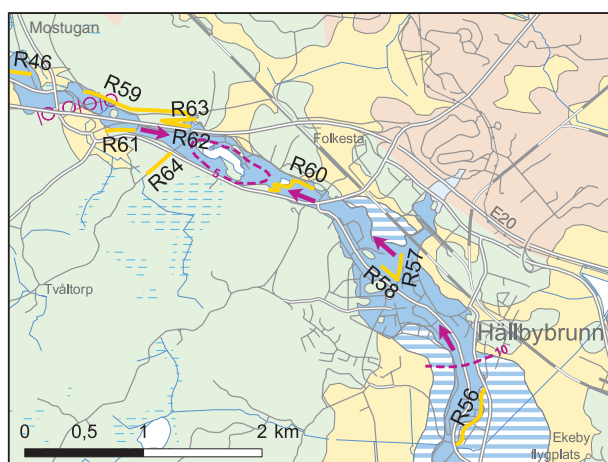


Fig. 38. Grundvattentillgångar i Strömsholmsåsen mellan Mostugan och Hällbybrunn. Pumpningen ur grustäkten väster om Folkesta innebär att en lokal sänkningsträtt bildats här. Det exakta läget för grundvattendelaren vid väg E20 har inte fastställts. Merparten av det utpumpade grundvattnet kommer från söder.

Vid Mostugan borrades ett entums observationsrör. Den inledande sonderingen gav 0–2,0 m sand, 2,0–3,0 m lös lera, 3,0–5,5 m sand med lerlager, 5,5–10,5 m hård sand, 10,5–19 m lös sand och 19,0–23,3 m stenig hård morän. Berg påträffades inte. Observationsröret kunde drivas ned till 20,33 m under markytan. Ingen grundvattenyta kunde lodas i röret, vilket tyder på att nivån på vattnet i åsens grundvattenmagasin är lägre än 9,67 m ö.h. Ett nytt rör, 0206, borrades ca 330 m väster om rör 0205. En inledande sondering till 29,5 m under markytan gjordes. Materialet tolkades till 23,5 m mellansand, underlagrat av grövre sorterat material, huvudsakligen grus och sten. Rördrivningen gav följande lagerföljd: 0–2 m mellansand, 2–3 m finsand, 3–4 m siltig finsand, 4–11 m finsand, 11–13 m mellansand, 13–19 m grovsand, 19–21 m fingrus med något vatten, 21–23 m grovsand och vatten. Fortsatt rördrivning var möjlig. Grundvattennivån lodades till 20,63 m under markytan och avvägdes till 7,04 m ö.h.

Från området 0,5 km sydost om Mostugan till Hällbybrunn ökar förekomsten av höga berglägen i och omkring åsen (fig. 38).

I och vid sidorna av de stora grustäktena söder om Europaväg 20 är berggrunden blottad på flera ställen. Flera grundvattensjöar till följd av täktverksamheten förekommer. Den lägsta nivån, 4,86 m ö.h. avvägdes i den största grundvattensjön mitt i täktområdet (juni 2002). I grundvattensjön ca 400 m västerut avvägdes samtidigt nivån 7,18 m ö.h. och i den ca 400 m österut belägna sjön var nivån 5,85 m ö.h. De låga nivåerna upprätthålles genom kontinuerlig pumpning med 30–40 l/s från den stora sjön. Pumpningen från täkten påbörjades för att hålla nere grundvattennivån då den kommunala grundvattentäkten i Hällbybrunn, upphörde i mitten av 1970-talet.

Det hydrauliska strömningsmönstret förändrades påtagligt jämfört med utseendet innan den kommunala vattentäkten vid Hällbybrunn upphörde. Tidigare fanns en sänkningsträtt runt vat-

tentäkten. Huvuddelen av grundvattnet kom, som idag, söderifrån, men även en dryg kilometer från nordväst, där en rörlig grundvattendelare fanns tvärs över åsen. Idag ligger vattendelaren förmodligen i området där Europaväg 20 korsar Badelundaåsen, ca 1 km västnordväst om den stora grundvattensjön.

I syfte att fastställa jordmäktighet och grundvattenyta genomfördes ett antal radarmätningar, R60 och R61 på grustäktens botten och R59, R62 och R64 vid sidan av täkten. Mätningarna i grustaget gav mycket klen resultat beroende på att saltning mot dammbildning förekommit. Inslag av lerlager förekommer förmodligen också. Vägsalt och lera släcker ut radarvågorna.

Vid trafikmotet 400 m sydost om Mostugan sattes ett grundvattenrör. Borrningen gav följande: 0–10 m mellansand, 10–15,80 m grusig mellansand. Stopp mot berg vid 15,80 m. Inget grundvatten påträffades. Avvägning gav en bergnivå på 17,22 m ö.h. Jämförelser med kända grundvattennivåer och gradienter vid Mostugan och grustäkten indikerar att grundvattennivån här troligen ligger 8–10 m ö.h. Åspartiet är sålunda torrt och grundvattenmagasinet finns förmodligen 75–200 m norr om borrhjulet. Grundvattendelaren, antagligen rörlig, har säkert sitt läge här.

Vid Hällbybrunn ändrar åsen riktning mot söder (fig. 38). I strömsholmsåsenavsnittet mellan Hyndevad och Kvicksund är Borsökna sjön det hydrauliskt högsta läget i åsen, ca 22 m ö.h. Mot norr sjunker nivån drygt 2 m per kilometer. Den största gradienten, ca 5 m per kilometer, återfinns strax söder om Hällby kyrka.

Vid åsens västra sida, 300 m sydsydväst Hällby kyrka, utfördes två sonderingar i syfte att klarlägga åsens utbredning under lerområdet. Den södra sonderingen gav: 0–9,0 m lera, 9–9,40 m stenig hård morän. Stopp vid 9,40 m, troligen mot berg. Den norra sonderingen gav: 0–5,30 m lera, 5,30–5,50 m sand och mo, 5,50–7,00 m lera, 7,00–7,90 m sand, 7,90–8,80 m stenig hård morän. Stopp vid 8,80 meter under markytan, troligen mot berg. Detta visar att åsen här tunnare ut relativt snabbt mot väster och återfinns 100–150 m ut från den på marken synliga åsen.

På den östra sidan av åsen vid Ekeby flygplats (fig. 39), genomfördes en sondering vid den västra änden av landningsbanan ca 150 m från själva åsen. Sonderingen gav: 0–7,50 m lera, 7,50–10,40 m grovt material, huvudsakligen grus och sten. Stopp vid 10,40 m, troligen mot berg. Efter uppdragandet av sondstängerna steg vattnet upp i sonderingshålet och upp på marken. Ett observationsrör trycktes ned i hålet. Det artesiska grundvattnet steg mer än en meter över markytan. På grund av läget vid änden av landningsbanan kunde inte ett uppstickande observationsrör sättas. En igenpluggning av hålet genomfördes för att översvämning av det lågt belägna området runt flygfältet skulle undvikas. Sonderingen visar att åsen har större utbredning under leran på den östra sidan, möjligen ut till flygfältets mitt. Mäktigheten är dock måttlig, endast några meter, men rikt vattenförande med en tryckyta någon eller några meter över marknivån.

På den västra sidan av åsen, vid vägen mot Hagby, ca 350 m från åsen, genomfördes ytterligare en sondering. Sonderingen gav: 0–5,20 m lera, 5,20–6,20 m grus och sten, sannolikt åsmaterial. Stopp, troligen mot berg, vid 6,20 m.

Då mätningar med georadar är en relativt snabb och enkel metod att få information om t.ex. grundvattenytans och berggrundsytans lägen genomfördes ett flertal sådana mätningar på Strömsholmsåsen. Metoden har dock begränsningar och ett stort antal mätningar är svåra eller omöjliga att tolka. På åsavsnittet Hällbybrunn–Borsökna (fig. 39 och 41) genomfördes ca 5 km radarmätning. De flesta mätresultaten tillför ingen väsentlig information, vanligen på grund av förekomsten av lerlager eller asfaltsytor. Profil R54 (fig. 40) längs gator vid Berga norr om Borsökna sjön är i sin helhet 920 m lång. Mellan ca 400 m och 600 m framträder bergytan ca 20 m under markytan. Mellan 550 m och 570 m framträder ett radareko som troligen härrör från grundvattenytan. Jämförelse med data från brunnsarkivet visar att bergytan här ligger omkring 10–15 m ö.h.

Strömsholmsåsens fortsätter vidare söderut från Borsökna sjön via Hyndevad till Hållsta (fig. 41) och sedan vidare mot sydöst till kommungränsen vid Mortorp. Här har endast besiktning utförts

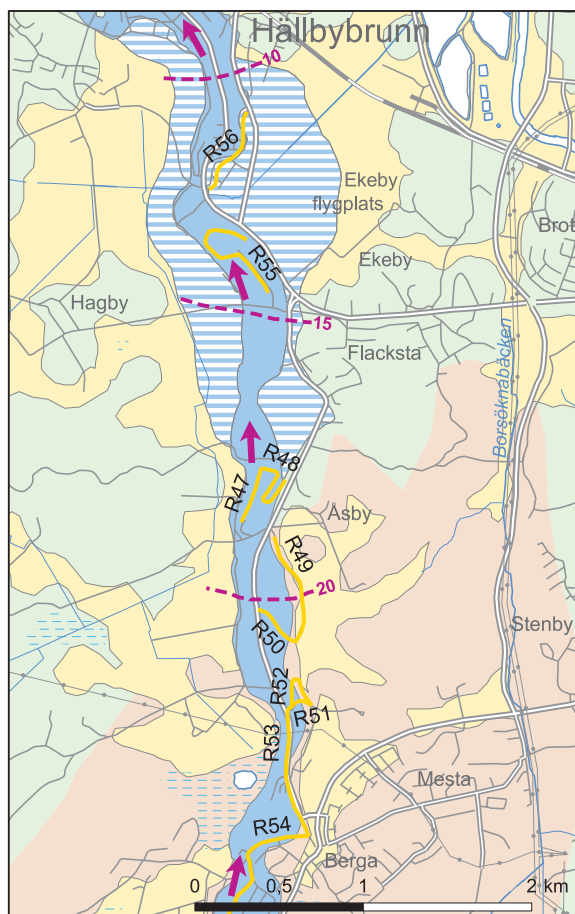


Fig. 39. Grundvattentillgångar i Strömsholmsåsen mellan Hällbybrunn och Berga. Åsen är delvis dold av överlagrande leror. Vid Ekeby flygplats står grundvattnets tryckyta någon meter över markytan (artesiskt grundvatten).

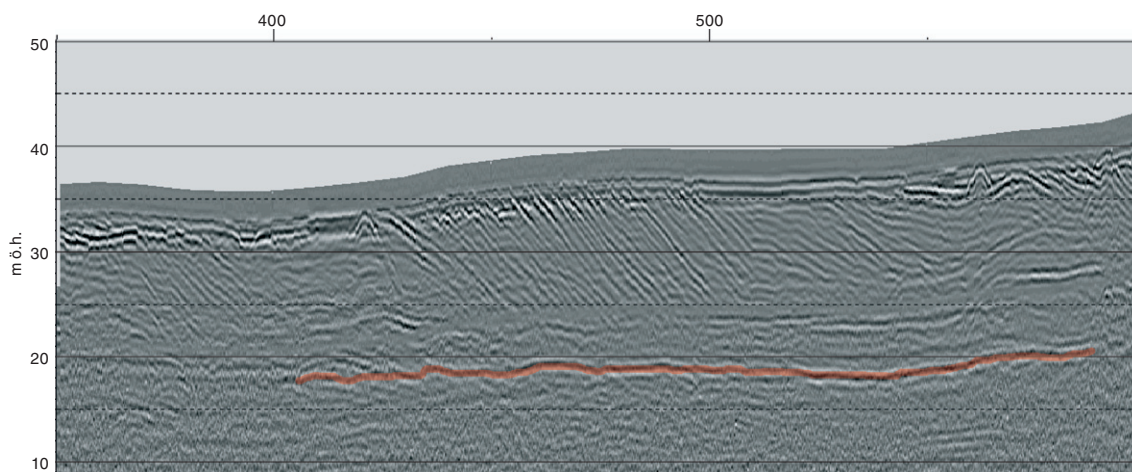


Fig. 40. Georadarprofil R54 vid Berga. Jorddjupet är här 15–20 m. Mellan 400 m och 600 m framträder bergytan ca 20 m under markytan (röd linje).

och uppgifter från tidigare kartläggningar och SGUs brunnarsarkiv har använts vid bedömning av grundvattentillgången.

Sammanställning av utförda fältinsatser, brunnarsarkivdata, tidigare karteringsarbeten och utbredningar visar att grundvattengradienten i Strömsholmsåsen från Mortorp i söder till Kvicksund i norr, sjunker från drygt 7 m ö.h. till Mälarens nivå, ca 0,4 m ö.h. Strömningen går i stort sett i åsens längdriktning. Grundvattentillgången bedöms vara relativt god och uttagsmöjligheten likaså, 20–25 l/s.

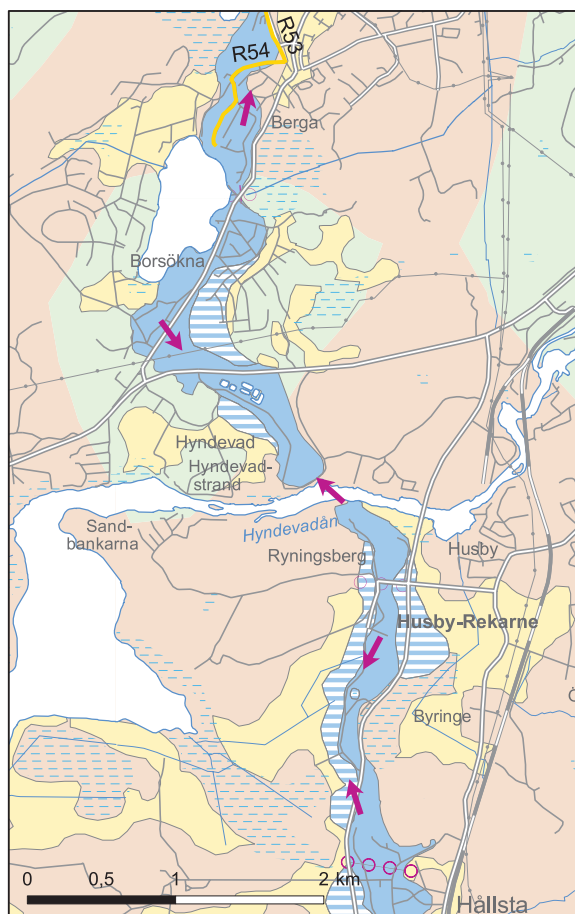


Fig. 41. Grundvattentillgångar i Strömsholmsåsen mellan Berga och Hållsta. Borsökna sjön utgör ett hydrologiskt höjdläge i norr. Grundvattnet strömmar härifrån både mot norr och söder. Hyndevadsåns vatten står inte i kontakt med åsens grundvatten.

Köpingsåsen Mälaren–Hjälmarén

Köpingsåsen kommer in i Kungsörs kommun norrifrån utmed Mälarens västra begränsning. Hedströmmen bryter här igenom åsen och mynnar i Mälaren mellan Malmön i Köpings kommun och Jägaråsen, som är det lokala namnet på Köpingsåsen, i Kungsörs kommun (fig. 42).

Åsen går praktiskt taget i rakt sydlig riktning genom hela Kungsörs kommun, en sträcka på ungefär 14 km, och fortsätter rakt söderut mot Hjälmarén in i Eskilstuna kommun.

Vid Stora Sundby går åsen via en nära 3 km lång udde och ett antal öar i Hjälmarén vidare söderut in i Katrineholms kommun. Sträckan inom Eskilstuna kommun är ca 17 km.

Längs nästan hela vägsträckningen invid Jägaråsen genomfördes en drygt 4 km lång radar-mätning (R1) från den norra udden ner mot Kungsör. Endast svaga radarekon framträdde som antyder en bergyta 10–15 m under markytan, vilket bekräftas av uppgifter från närliggande borrade brunnar. Mitt på åsens krön, i dess längdriktning, utfördes georadarprofil R03 (fig. 43), för att noggrannare bestämma den grundvattendelare tvärs över åsen som tidigare karteringar (SGU Ag 11 och Ah 2) lokaliserat här. Antydning till höga berglägen, möjligen morän, syns mellan 200 och 300 m i profilen.

Grundvattennivån i detta avsnitt av åsen ligger nära Mälarens nivå. En grundvattendelare, förmodligen beroende på en bergtröskel under åsen, går ungefär 1,5 km norr om Arbogaån.

Vid länskarteringen (SGU Ah 7) har åsens utbredning under lerorna på västra sidan om Jägaråsen upp till Barkarövikén bedömts till ca 500 m. För att bestämma utbredningen noggrannare genomfördes ett antal sonderingar. Dessa visar att åsen här har en relativt begränsad utbredning i bredd, ca 100 m. Lerornas mäktighet varierar här mellan 5 och 8 m och djupet till berg är 8–10 m.

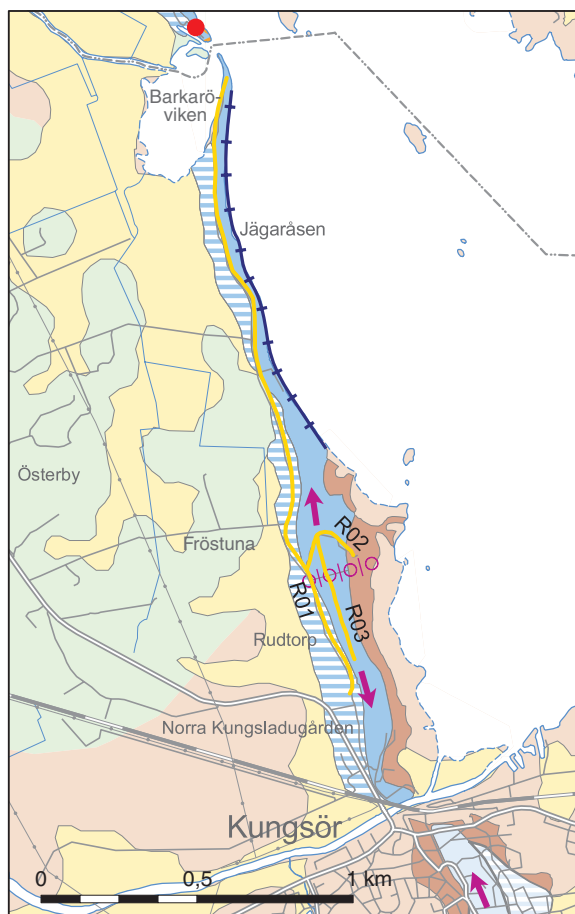


Fig. 42. Grundvattentillgångar i Köpingsåsen i partiet Kungsör-Jägaråsen.

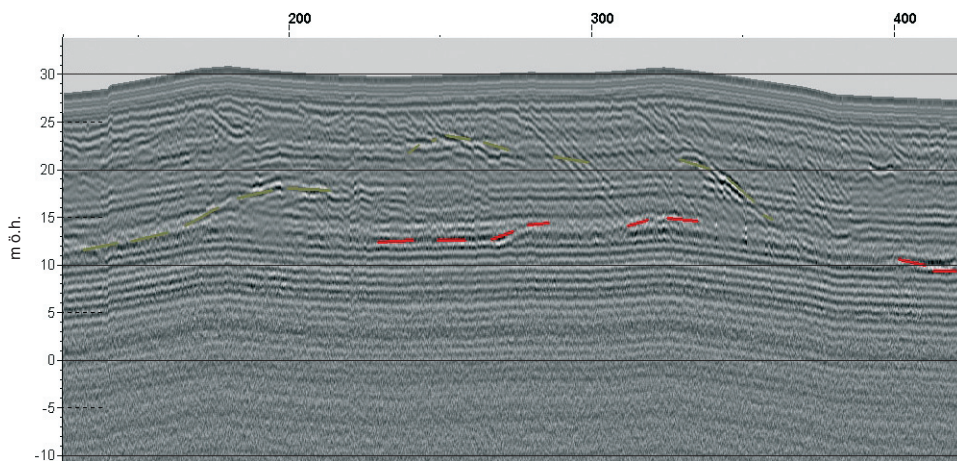


Fig. 43. Radarmätning R03 på Köpingsåsen i jämnhöjd med Fröstuna i norr mot söder. Radarbilden antyder högt bergläge, möjligen med inslag av morän. Röd linje markerar bergytan.

En tredje sondering utfördes 2 km väster om Kungsör ca 300 m norr om Arbogaån. Sonderingen gav: 0–7,50 m lera, 7,50–8,60 m morän. Stopp vid 8,60 m mot berg. Inget rikligt vattenförande friktionsmaterial påträffades. Grundvattennivån i sondhålet mättes till ca 0,90 m under markytan.

Vid Kungsör skär Arbogaån Köpingsåsen och utgör en lågpunkt för grundvattenmagasinet på ömse sidor ån (fig. 42). Tidigare dokumentation visar att en rörlig grundvattendelare har sitt läge ca 700 m söder om Kungsörs kyrka. Mot söder från denna grundvattendelare sjunker grundvattennivån.

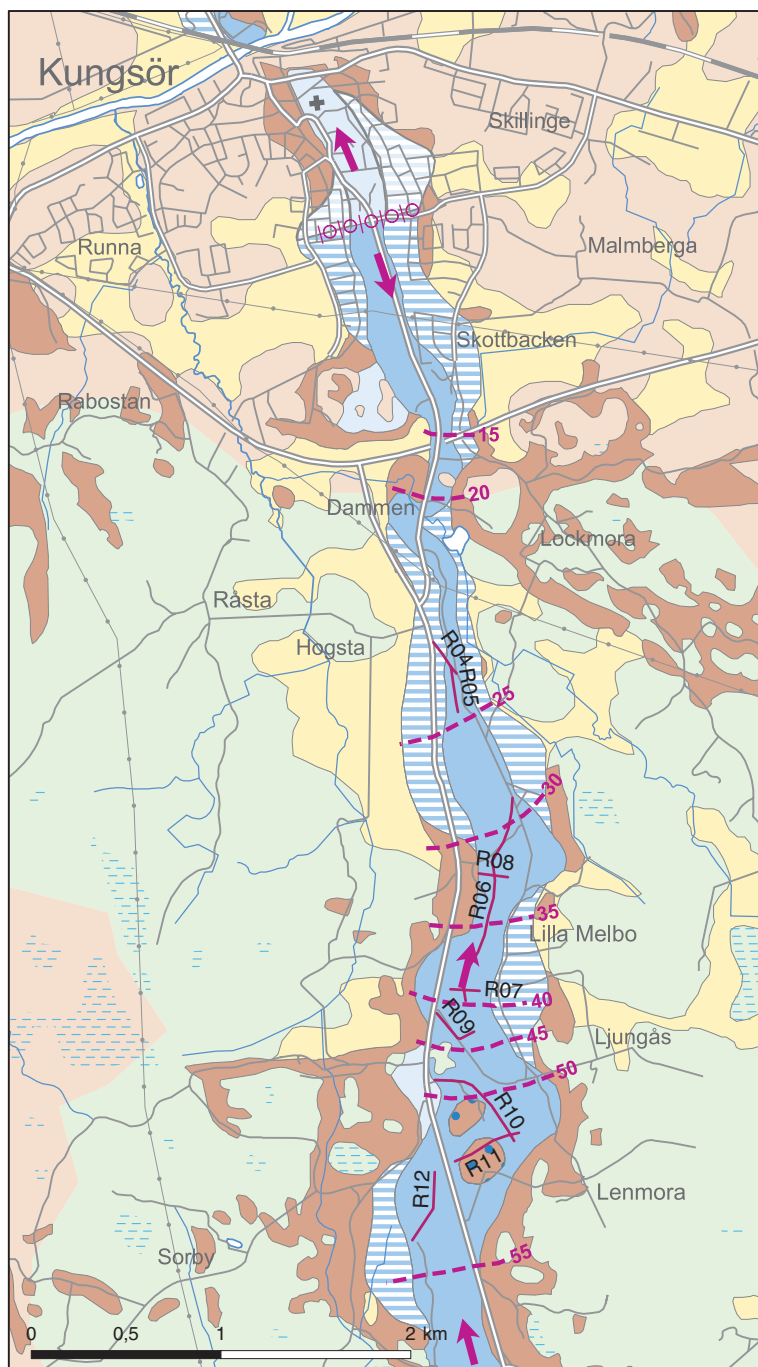


Fig. 44. Grundvattentillgångar i Köpingsåsen mellan Kungsör och Lenmora. Höga berglägen vid grustäkterna medför att åsen delvis är torr med grundvatten i de djupare partierna. Exakta lägen för dessa har ej kunnat fastställas.

I syfte att kartlägga lerans mäktighet på den västra sidan av åsen vid Hogsta genomfördes tre sonderingar. Den första som gjordes omedelbart vid infartsvägen till Hogsta gav: 0–0,30 m matjord, 0,30–0,90 m torr silt, 0,90–3,00 m fast lera, 3,00–4,00 m mellansand. Fortsatt sondering möjlig. Grundvattennivån mättes till ca 3,30 m under markytan. Den andra sonderingen gjordes ca 350 m mot söder och gav: 0–0,90 m matjord och lera, 0,90–1,20 m silt, 1,20–3,40 m lera med mindre sandskikt, 3,40–5,50 m mellansand. Fortsatt sondering möjlig. Grundvattennivån mättes till ca 4,70 m under markytan. Den tredje sonderingen utfördes ca 200 m norr om den första och gav: 0–0,30 m matjord, 0,30–3,20 m lera, 3,20–5,50 m mellansand. Grundvattennivån mättes till ca 4,00 m under markytan.

För att bestämma bergläge, grundvattenyta och magasinsstorlek i åsavsnittet med grustäkterna vid Lilla Melbo och Lenmora utfördes ett antal radarmätningar, R6–R12 (fig. 44). Sammanlagt

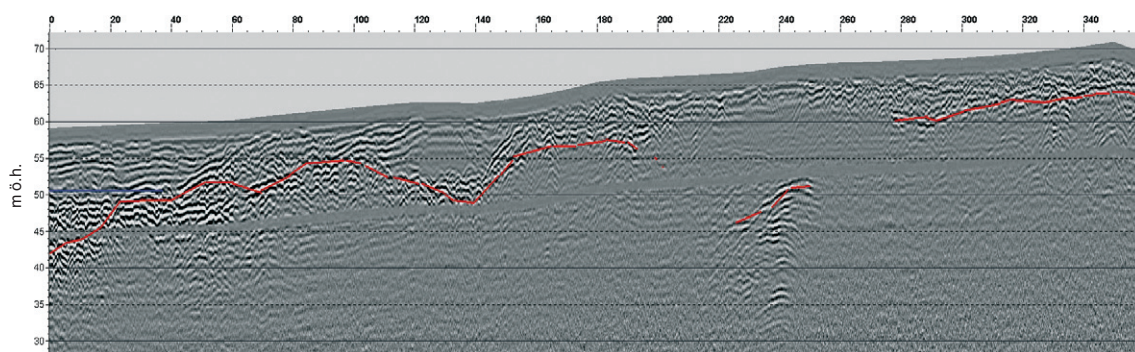


Fig. 45. Georadarprofil i botten på grustaget 400 m väster Lenmora. Radarbilden visar högt bergläge (röd linje). Ingen grundvattenyta kan urskiljas.

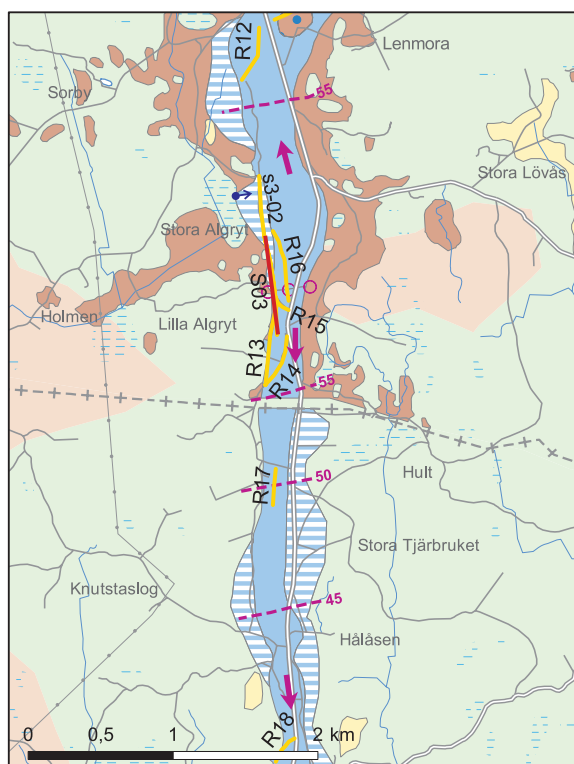


Fig. 46. Grundvattentillgångar i Köpingsåsen vid Lenmora och Stora Tjärbruket.

mättes ca 2 300 m. Ett exempel på en georadarprofil visas i figur 45. Inslag av lerlager och vägsalt på botten av grustäckerna medförde dock att tolkningen av radargrammen är svår. De delar av diagrammen som är tolkningsbara visar att nivån på bergets överyta växlar, och berget når på flera platser över grundvattenytan. På ett flertal ställen i täkterna har även berggrunden blottlagts. Mätningar i ett antal observationsrör i och omkring täkterna visar att grundvattennivån sjunker relativt kraftigt mot norr.

I jämnhöjd med Lenmora är grundvattennivån i åsen ca 54 m ö.h., ca 1 km mot norr vid Lilla Melbo är grundvattennivån ca 37 m ö.h. Grundvattnet strömmar således i olika "kanaler" mellan omgivande höga berglägen.

Från Lenmora och söderut stiger grundvattenytan med en något flackare gradient (fig. 46). Den högsta uppmätta nivån i åsen, 57,82 m ö.h., uppmättes i observationsrör nr 44, mitt på åsen, 1 km norr om kommun- och länsgränsen. I rör 46, 100 m norr om gränsen, var nivån samtidigt (17 juni 2002) 55,45 m ö.h.

Grundvattendelaren i åsen mellan Mälaren och Hjälmaren har vid tidigare undersökningar angetts ha sitt läge 1 km norr om kommungränsen och länsgränsen. I syfte att närmare lokalisera den och utröna om den är fast eller rörlig genomfördes ett antal geofysiska mätningar.

En nästan 1,5 km lång profil, R13, drogs längs skogsvägen vid åsens västra sida. Profilen antyder inslag av lerlager, morän och ställvis höga berglägen. Mycket tyder på förekomst av en sekundär grundvattenyta.

Radarprofil R14 (fig. 47) drogs från södra änden av R13 upp till länsväg 56 (fig. 46). Mellan 0 och 100 m ses den övre sekundära grundvattenytan på den västra sidan av åsen. Radarbilderna mellan 100–300 m tyder på höga berglägen. Från 300 m till profilens slut framträder tydligt en grundvattenyta på ca 55 m ö. h., ungefär 15 m under markytan. Mycket talar för att den tillhör åsens huvudmagasin.

Parallellt med R13, 400–850 m längs profilen och 100 m längre upp på åsen, uppmättes profilen R16 (fig. 48). Radarbilderna antyder att grundvattendelaren troligen finns någonstans mellan 280 och 350 m på profilen.

För att få säkrare uppgifter om grundvattenyta, jorddjup m.m. utfördes en seismisk mätning S03 längs samma linje som R13 på avsnittet 690–1120 m (fig. 49). Mätningarna ger en klarare bild av jorddjupet med höga berglägen de i norra och södra partierna av profilen. Mitt på profilen är jorddjupet 10–15 m med ett överraskande stort inslag av morän. Grundvattenmagasinets mäktighet inom profilen är relativt måttlig, 3–4 m. Mellan 500 och 600 m är dock mäktigheten drygt 10 m. Den högsta grundvattennivån ligger på profilen vid ca 280 m.

Undersökningarna i detta område visar på att grundvattenmagasinet här är litet eller saknas på vissa ställen. Från detta område strömmar grundvattnet dels mot norr till Mälaren, dels mot söder till Hjälmaren. Det exakta läget och grundvattendelarens karaktär (fast eller rörlig) är svåra att avgöra med nuvarande underlag.

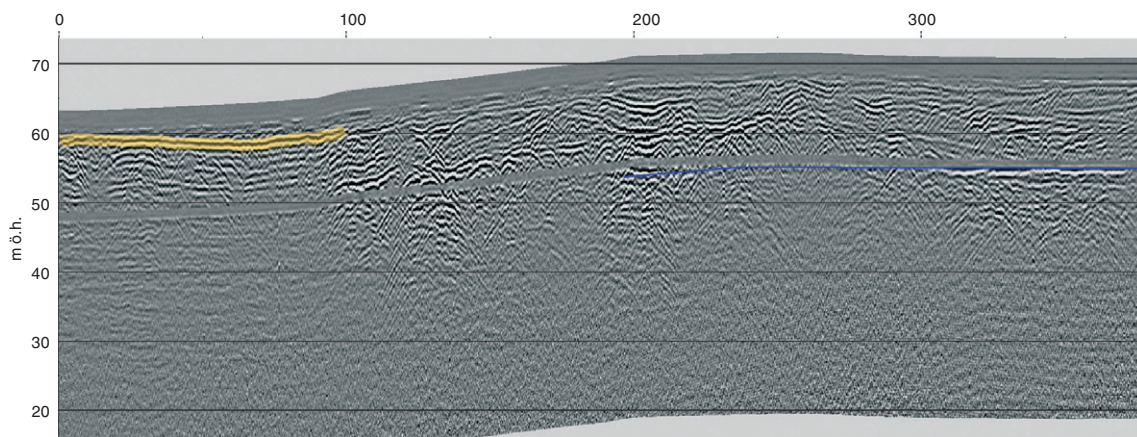


Fig. 47. Georadarprofil R14. Under de första 100 m syns en sekundär grundvattenyta (gul linje). Mellan 100 och 300 m tyder radarprofilen på höga berglägen. I slutet av profilen syns en tydlig grundvattenyta ca 15 m under markytan (blå linje).

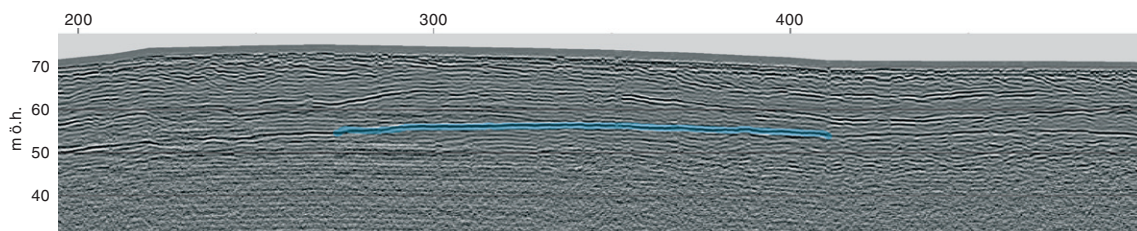


Fig. 48. Georadarprofil R16 ger en antydning om att en grundvattendelare finns mellan 280–350 m i profilen. Grundvattenytan är markerad med blå linje.

Vid åsens östra sida, vid Stora Tjärbruket (fig. 46), ca 1 km söder om kommun- och länsgränsen sattes ett observationsrör. Borrningen gav: 0–2 m mellansand, 2–5 m lera, 5–6 m sandig lera, 6–8 m mellansand, 8–9 m sandigt och grövre material, möjligen morän. Stopp mot berg eller block vid 9,10 m. Den avvägda grundvattennivån var 45,38 m ö.h. (ca 5,40 m under markytan).

Mellan kommun- och länsgränsen och söderut till Alberga, en ca 8 km lång åssträcka (fig. 50), genomfördes ett antal radarmätningar, R18–R26. Många partier på radargrammen gav ingen tydlig bild eller var svårtolkade, huvudsakligen beroende på inslag av lerlager av varierande mäktighet i åsen. Mätningarna visar att lera förekommer på flera ställen långt in i åsen, förutom längs åsens båda sidor. Detta eller dessa lerlager ger på flera ställen upphov till övre, sekundära grundvattenmagasin. Strömriktningen för det övre grundvattnet är i huvudsak utåt från åsen och utströmningen ger upphov till de mossar och våtmarker som förekommer längs åsens sidor.

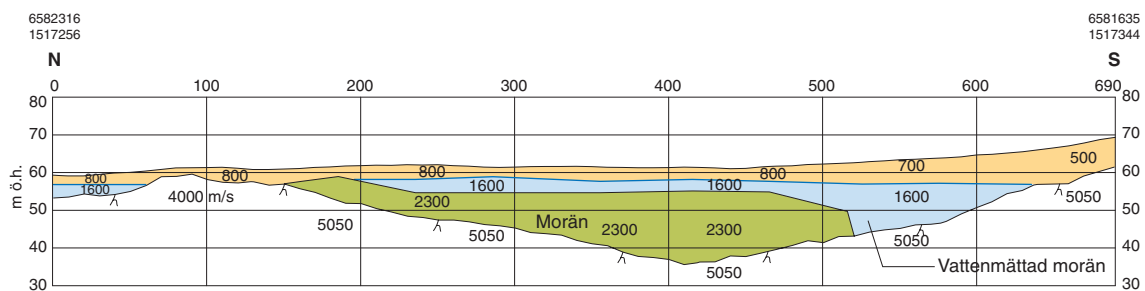


Fig. 49. Den seismiska profilen So3 visar höga berglägen i de norra och södra delarna. Mitt på profilen är jorrdjupet 10–15 m med ett stort inslag av morän.

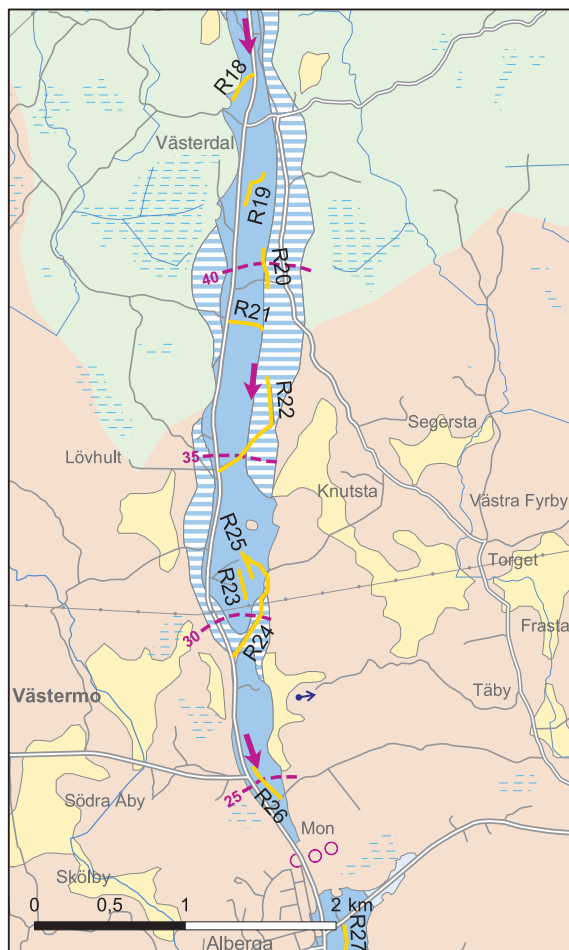


Fig. 50. Grundvattentillgångar i Köpingsåsen mellan Stora Tjärbruket och Alberga.

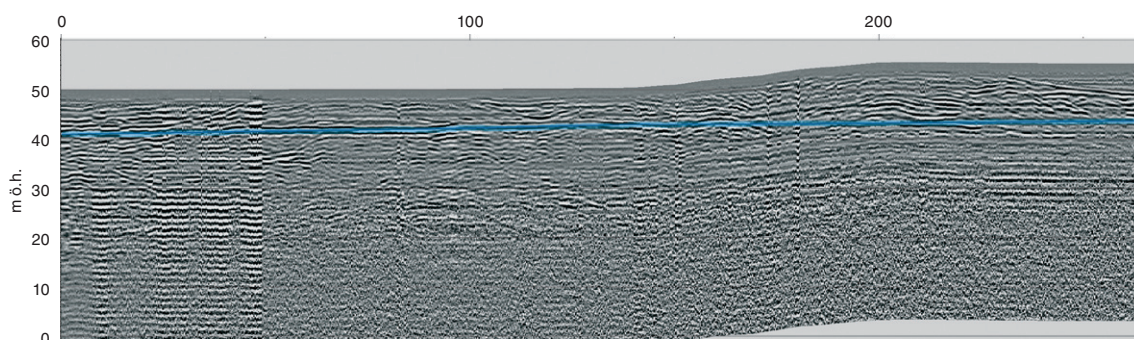


Fig. 51. Georadarprofil R19 är belägen mitt på åsen, 500 m söder om Västerdal och visar en grundvattenyta 42–43 m ö.h. Grundvattenytan är markerad med en blå linje.

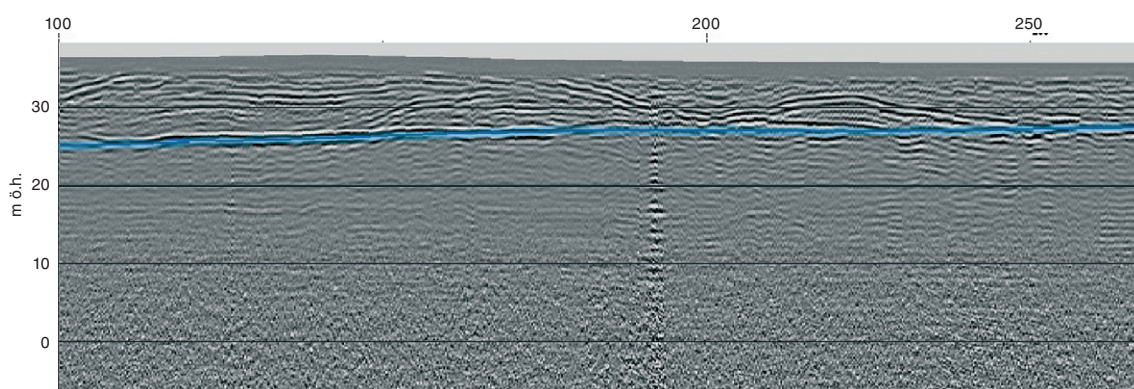


Fig. 52. Georadarprofil R26 visar en grundvattenyta (blå linje) mellan 100 och 300 m, ca 10 m under markytan.

En radarmätning, R19, mitt på åsen 500 m söder om Västerdal visar en grundvattenyta på 7–8 m under markytan, vilket motsvarar 42–43 m ö.h. (fig. 51). En radarmätning ca 1 km mot söder (R21) visade att grundvattennivån här återfinns på ca 37 m ö.h.

Två grundvattenrör sattes i detta avsnitt av åsen. Det första placerades i den gamla grustäkten 1 km söder om Västerdal ca 200 m öster om länsväg 56. Materialet var genomgående grusig sand. Då vatten påträffades vid 5,5 meters djup sattes rörspetsen redan vid 6,5 m. Senare avvägningar och jämförelse med radarmätningar tyder på att nivån i observationsröret, 44,00 m ö.h., representerar ett övre grundvatten. Grundvattennivån i åsens primära magasin bör här ligga på ca 40 m ö.h.

Längs vägen till skjutbanan i jämnhöjd med Segersta genomfördes georadarprofilen R22. Radar-bilden tyder på förekomst av lerlager 5–10 m under markytan. En sondering 200 m öster om väg 56 visade: 0–6,20 m grusig sand, 6,20–8,30 m lera, 8,30–12,80 m sand, 12,8–13,20 m stenigt lager, 13,20–15,40 m sand, 15,40–16,40 m stenigt material, möjligen morän. Stopp vid 16,40 m mot berg eller block.

Strax norr om Alberga, vid Lilla Udden, tog man år 2002 ut 400 m³ per dygn, eller knappt 5 l/s i detta område. En 200 m lång radarprofil, R26, mot norr uppmättes (fig. 52). Profilen bekräftar tidigare undersökningar som visat förekomst av lerlager. Mellan 100 m och 275 m på profilen framträder grundvattenytan ca 10 m under markytan. Den potentiellt uttagbara mängden grundvatten är förmodligen drygt den dubbla jämfört med vad man tar ut idag.

Vid Mon är åsen delvis avbruten med höga berglägen och morän. Här ligger sannolikt en grundvattendelare som förmodligen är rörlig men som vid större vattenuttag troligen blir fast (fig. 50). En 1600 m lång radarprofil, R27, mättes från vägen längs den gamla vägen förbi Stora Sundby mot Hjälmaresund (fig. 53). Höga berglägen förekommer vid 0–200 m och 600–1300 m. Från

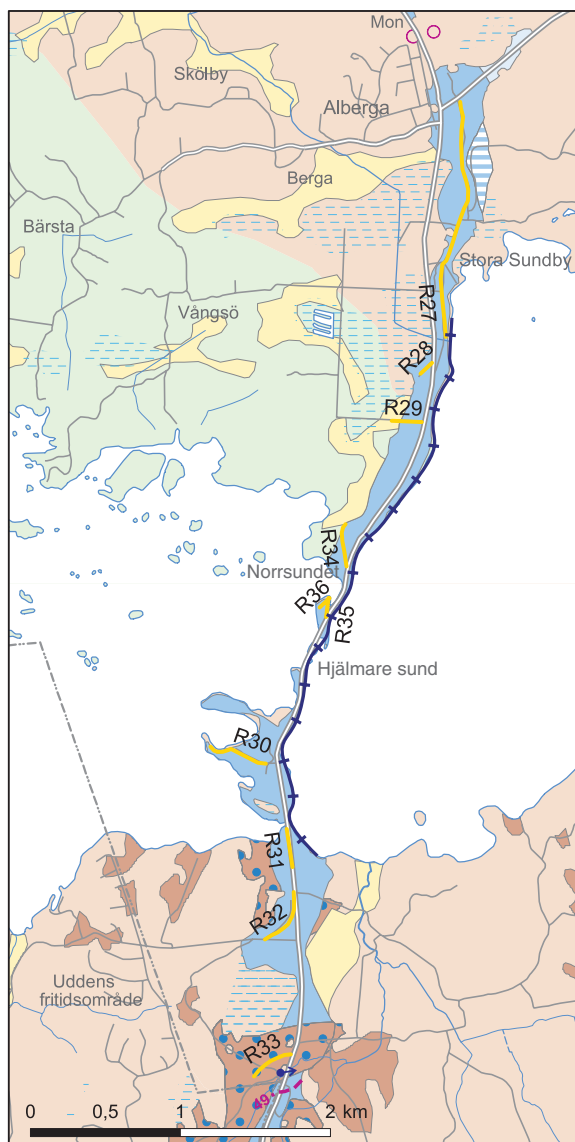


Fig. 53. Grundvattentillgångar i Köpingsåsen mellan Alberga och Jordbron.

1 300 m och söderut till Norrsundet bedöms möjligheten till uttag av grundvatten som god, då förutsättning till inducering från Hjälmaren finns.

Ett antal mätningar med georadar utfördes vid Hjälmaresund och åsavsnittet mot söder mellan Hjälmaresund och kommun- och länsgränsen. Resultaten visar att förutsättningar för inducerad grundvattenbildning är relativt gynnsamma där åsen står i direkt förbindelse med Hjälmaren.

Söder om Hjälmaresund och till kommungränsen mellan Eskilstuna och Katrineholms kommuner stiger terrängen från Hjälmarens nivå, ca 22 m ö.h., till ca 55 m ö.h. Radarmätningarna R 31 och 32 (fig. 54 resp. 55) visar att grundvattenytan stiger successivt mot söder från Hjälmarens nivå 22 m ö.h. samtidigt som bergytan stiger från ca 15 m ö.h. vid Hjälmaresund.

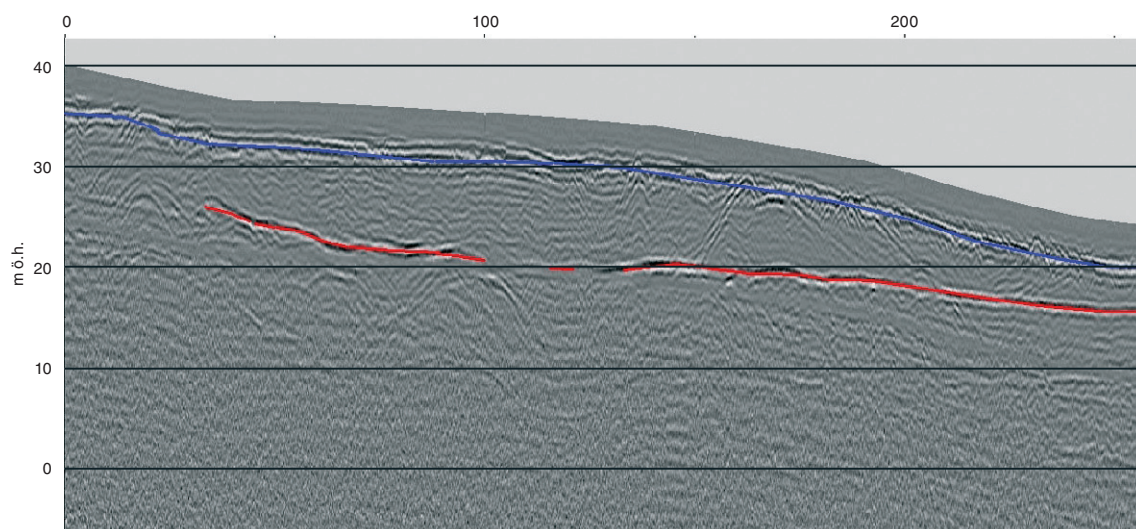


Fig. 54. Georadarprofil R31 visar en stigande grundvattennivå, (blå linje) mot söder. Bergytan (röd linje) ligger runt 15 m ö.h. vid Hjälmarén i profilens norra del och stiger söderut.

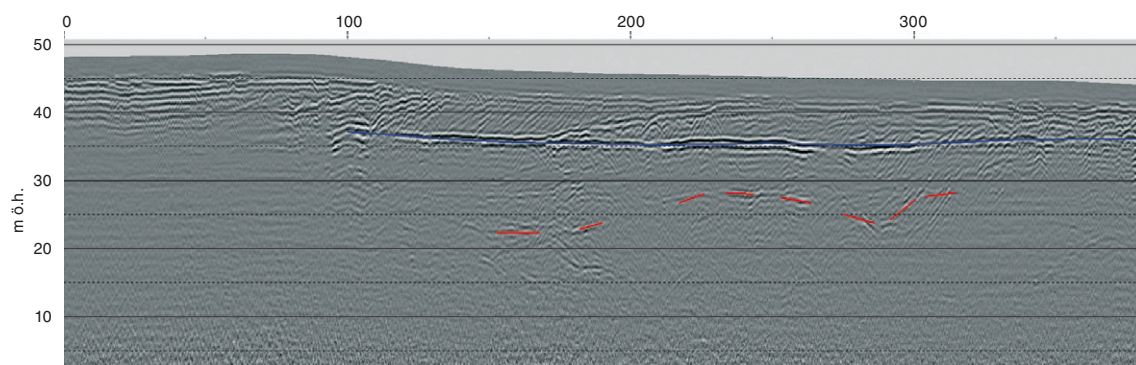


Fig. 55. Georadarprofil R32 visar successivt stigande grundvatten (blå linje) mot söder samt bergytan (röd linje).

GRUNDVATTNETS KEMI

Vid upprättandet av kartan ”Grundvattenförekomster i Eskilstuna och Kungsörs kommuner” har inga resurser ägnats att klargöra och redovisa den befintliga kvaliteten på grundvattnet. Nedan presenteras en kort information om 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 jonsammansställningen 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 eller högt koldioxidtryck, kanske aldrig hinner neutraliseras under sin uppehållstid i det grundvattenförande lagret. Vätejoner förbrukas vid vittringen varvid pH ökar.

Sulfationer 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. Dränering av gyttjeleror kan ge höga sulfathalter i grundvattnet.

Fluoridhalten i grundvatten är beroende av berggrundens geokemiska sammansättning. Bergborrade brunnar belägna i områden med pegmatiter och vissa yngre graniter har ofta relativt höga fluoridhalter i vattnet. Jordbrunnar har generellt sett låga halter.

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

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

SALT GRUNDVATTEN OCH MOTÅTGÄRDER

Förekomsten av salt grundvatten

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

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

I samband med djupborrningen vid Gravberg i Siljansområdet påträffades salt grundvatten på ca 4 000 m djup, och på ca 6 000 m djup påträffades en saltlake med en salthalt av storleksordningen 100 000 mg/l. Motsvarande saltlake har nu påträffats även i Oskarshamnsområdet och på ”endast” ca 1 000 meters djup. Sannolikt har denna saltlake inget direkt med forntida havsvatten att göra. Den har antagligen med kemisk balans mellan cirkulerande vattenlösningar och jordskorpan på stora djup att göra.

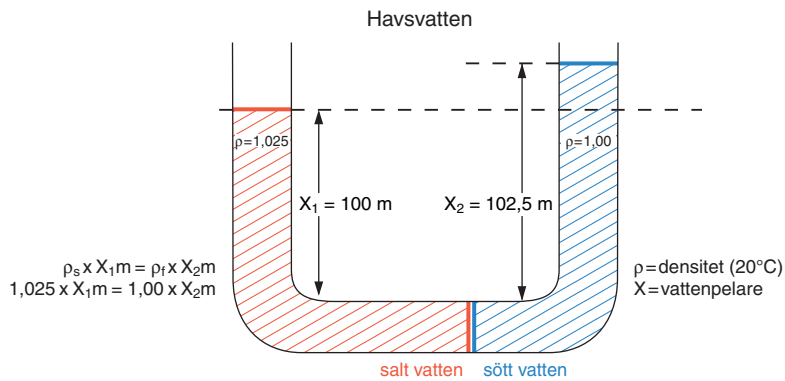


Fig. 56. Enligt principen om kommunicerande kärl balanseras en 102,5 meters pelare med sött vatten av en 100 meters pelare med salt vatten (3,5 %).

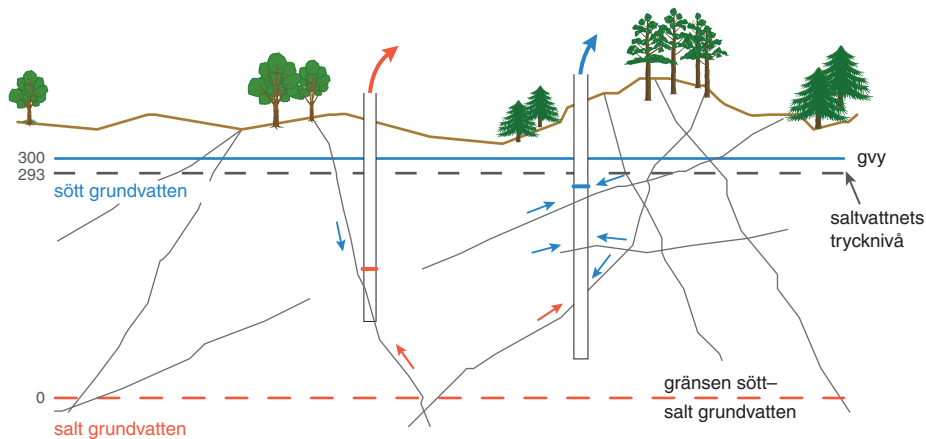


Fig. 57. Brunnen till vänster får vatten från i huvudsak en, dåligt vattenförande spricka. Den övre delen av sprickan töms efter en tid på sitt söta vatten. Via den undre delen av sprickan trycks det salta vattnet upp utan att sänka. Brunnen ger vatten med hög salthalt. Brunnen till höger får vatten 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.

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

En brunn måste dock inte nå ända ner till saltvattnegränsen för att den ska kunna bli påverkad av det salta grundvattnet. Orsaken är att även om gränsen mellan sött och salt grundvatten ligger djupt ner, så har det salta vattnet en trycknivå som ligger avsevärt mycket högre. Detta förhållande illustreras i figur 56.

Om gränsen till det salta grundvattnet ligger 300 m under grundvattennivån (den söta) och salthalten motsvarar havens salthalt, så innebär de hydrauliska tryckförhållandena att det salta vattnets trycknivå inte ligger på 300 m djup utan endast ca 7 m lägre än grundvattennivån (fig. 57). Detta medför att salt grundvatten i många fall kan trycka upp i sprickor som via en brunn når ner till saltvattnegränsen, om man genom pumpning dränerar ut sötvattnet i sprickorna. I de flesta fall får man emellertid inte ett "rent" saltvatten utan tillförsel av ytterligare vatten från en mycket oregelbunden sprickighet kan ge vilka blandningsförhållanden som helst. Det är ju inte heller så att det salta grundvattnet man får upp vid pumpning i brunnar alltid har en viss bestämd salthalt.

Risken för salt grundvatten är störst i de låglänta delarna av kommunen, på öarna i Väneren och på många ställen nära stränderna.

Trots att stora delar av kommunen varit täckta av havsvatten efter den senaste istiden är risken för kvarvarande salt grundvatten således olika i olika delar av kommunen. Det föreligger ett klart samband mellan låg marknivå, särskilt i områden nära Väneren, och hög saltvattenrisk.

När landytorna var täckta av havsvatten var allt grundvatten salt. När sedan landet höjt sig ur havet har det salta grundvattnet successivt tvättats ut av infiltrerande regnvatten. Denna process har pågått dels under längre tid, 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 brunnborrning bör man borra så grunt som möjligt. I riskområden kan man försöka öka möjligheterna att påträffa vattenförande sprickor på litet djup. Detta kan man göra genom att ta hänsyn till sprickornas lutning i förhållande till borrhålets lutning. Man bör borra med så rät vinkel som möjligt mot sprickorna i berggrunden. Om man inte direkt kan avgöra hur sprickorna är orienterade, bör man borra på motsvarande sätt i förhållande till förskiffringsplanen. Se vidare avsnittet Grundvatten i berggrunden.

Det är ofta bättre att borra ”gradade” borrhål dvs. med en avvikelse av 15–20 grader från vertikalkplanet och att inte borra djupare än 40–50 m eller mindre än att borra vertikala och djupa brunnar. Har man inte fått tillräckligt med vatten på detta djup är det i allmänhet bättre att avbryta borrningen och genomföra en hydraulisk tryckbehandling av borrhålet än att borra djupare. Tryckbehandlingen innebär att vatten pressas ner i borrhålet med så högt tryck att befintliga, små sprickor kan vidgas och 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 iaktas vid borrning av en brunn i ett område med risk för salt grundvatten, måste man vara mycket försiktig även när man pumpar vatten ur brunnen. Ju mer man pumpar ju större blir risken för att man får in salt grundvatten i brunnen. Risken hänger i första hand ihop med hur mycket grundvattennivån sänks i brunnen. Detta kan man mäta med ett s.k. kabelljuslod, vilket fungerar så att en lampa tänds när lodet kommer i kontakt med grundvattenytan nere i brunnen. Från pumpstart kan man följa hur mycket vattnet sjunker i brunnen allt eftersom pumpningen fortgår.

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

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

Brunnar som fått in salt grundvatten förblir oftast salta, men det finns flera exempel på att vattnet i en brunn som blivit salt åter kan bli sött, om man minskar vattenuttaget tillräckligt mycket. Brunnen bör då stå orörd en längre tid 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 brunnborrning, trots att åtgärderna ovan vidtagits, bör man undersöka möjligheterna att anlägga en brunn i jordlagren.

Numera finns även avsaltningssanläggningar 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 grundvattennivåer, eller av kvalitativ art, dvs. i form av infiltration och spridning av föroreningar med grundvattnet. Följande huvudtyper av föroreningskällor kan sägas utgöra en risk för påverkan på grundvattnet:

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

Vid utsläpp av miljöfarliga ämnen är risken för allvarliga skador på grundvattnet störst i områden med genomsläppliga jordarter och med stora grundvattentillgångar. Här kan det vara nödvändigt att agera mycket snabbt för att förhindra omfattande och kostsamma skador.

Konsekvens- och riskanalys

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

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 58.

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

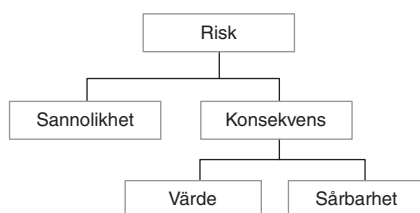


Fig. 58. Risk- och konsekvensanalys.

Skydd av grundvattnet

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

Ett vattenskyddsområde kan fastställas av kommun eller länsstyrelse. Utgångspunkten för den geografiska avgränsningen av ett vattenskyddsområde för en grundvattentäkt är att hela grundvattentäktens tillrinningsområde bör omfattas av vattenskyddsområdet. Eftersom omsättningen i ett grundvattenmagasin är långsam och det medför mycket stora svårigheter att rena ett förorenat grundvatten krävs en strategi med ett starkt förebyggande skydd. Det innebär att i första hand bör inte potentiellt förorenande verksamheter 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 ska 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 vattentäktssoniens 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 en tredjedel 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.

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 miljondel sekund) registrerar reflexerna från marken. Registreringarna, som kan vara i analog eller digital

form, kallas radargram. Presentation av georadardata sker i form av profiler med stackade signaler där reflexer från föremål, skiktgränser eller andra strukturer kan komma fram.

Geologiska förutsättningar

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

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

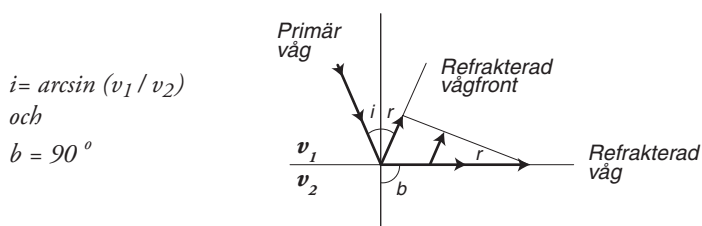
Tillämpningsområden

Georadar används bl.a. för att:

- bestämma jorddjup,
- få fram vilka strukturer som finns i jord och berg,
- lokalisera grundvattenytor i grövre sediment,
- påvisa föremål i jordtäcket (block, rör, håligheter etc.)
- lokalisera 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 lagermäktigheter och bedöma vissa materialegenskaper. Vid en stöt eller detonation i marken alstras vågrörelser av flera typer (tryck-, skjuv- och ytvågor). Av dessa har tryckvågen eller P-vågen den högsta utbredningshastigheten och kan härigenom registreras och analyseras med relativt enkel apparatur. Tryckvågor i marken utbreder sig genom longitudinella partikelrörelser på samma sätt som ljudvågor i luften. Efter en explosion vid markytan vandrar vågfronten klotformigt i det översta lagret. När den träffar ett djupare liggande lager med annan hastighet reflekteras en del av vågens energi medan återstoden vandrar vidare i det nya lagret. Vid passage av skiktgränsen sker en brytning av vågens utbredningsriktning. Tänker man sig utbredningsriktningen som en stråle i ett vertikalt snitt, kan refraktionen beskrivas med Snells lag som säger att



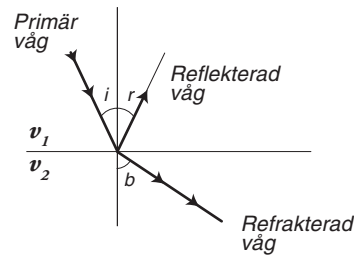
Om hastigheten ökar mot djupet inträffar vid en viss infallsvinkel kritisk refraktion, vilket innebär att vågstrålen efter passage av skiktgränsen går parallellt med denna. Infallsvinkeln vid kritisk refraktion är

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

$i = r$ infallsvinkel resp. reflektionsvinkel

b brytningsvinkel

v_1, v_2 vågens utbredningshastighet i skikt 1 resp. 2



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

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

Mätförfarande

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

Geologiska förutsättningar

Sverige har, 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 svenska 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 59. Dessa förhållandevis enkla fysikaliska förhållanden har medfört att refraktionsseismiken oftast ger goda undersökningsresultat.

Tillämpningsområden

Refraktionsseismik används bl.a. för att:

- bestämma jordarter,
- bestämma jorddjup

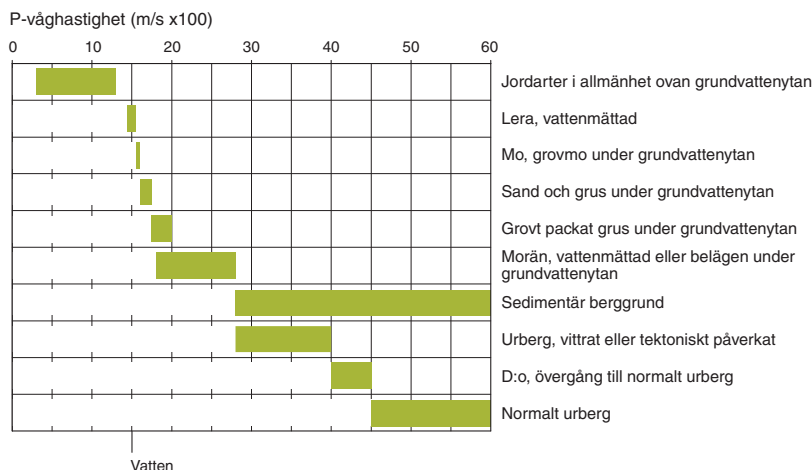
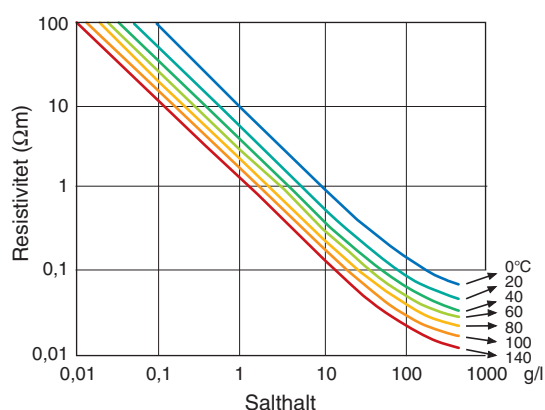
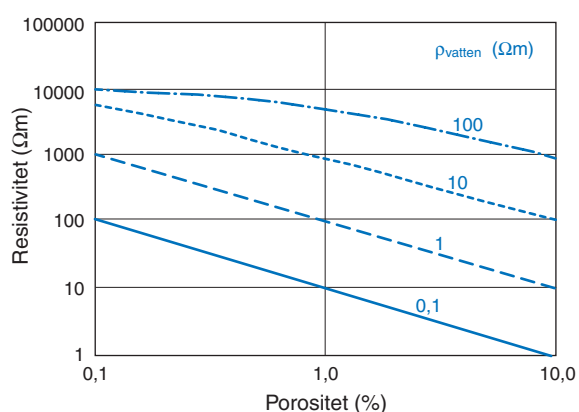


Fig. 59. Seismiska hastigheter i olika jord- och bergarter. Begreppet tektoniskt påverkat urberg avser i första hand sprickzoner, vilka vanligen är mer vattenförande än omgivande berggrund.



Figur 60. Förhållandet mellan salthalt och resistivitet i vatten.



Figur 61. Förhållandet mellan resistivitet och porositet i jord och berg.

- bedöma grundvattenmagasins mäktighet och volym,
- lokalisera sprickzoner i berg (sprickakviferer),
- bedöma bergkvalitet i samband med anläggningsarbeten.

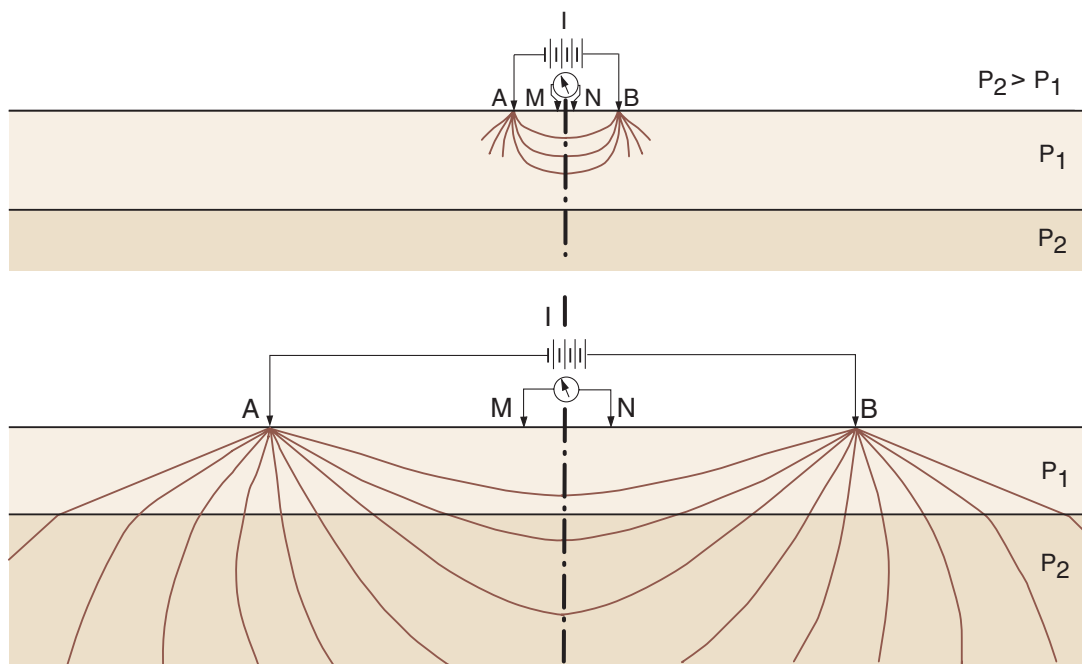
Elektriska motståndsmätningar

Resistiviteten hos vanliga jord- och bergarter beror huvudsakligen på deras innehåll av elektrolyt dvs. mängden porvätska (porositeten anges i %), och på elektrolytens salthalt. Som framgår av figur 60, bestäms elektrolytens resistivitet av salthalt och temperatur och kan som jämförelse uppskattas för havsvattnet i Östersjön (ca 1 % salthalt och 10 °C) till något mindre än 1 ohmm.

Resistiviteten för jord och berg kan beräknas relativt väl med hjälp av Archies lag, om porositeten och elektrolytens resistivitet är kända (fig. 61).

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

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



Figur 62. Vertikala elektriska sonderingar - VES - genomförs med successivt större avstånd mellan elektroderna, varvid allt djupare liggande skikt undersöks.

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

Mätningarna utförs så att man sänder en kontrollerad ström med strömstyrkan I mellan två strömelektroder (M och N) samtidigt som potentialen (spänningen) V mellan två mätelektroder (A och B) registreras (fig. 62). Elektroderna består av rostfri ståltråd som körs ner i jordtäcknet.

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

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

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

Kriging och variogramanalys

Kriging är en interpolationsmetod för att förutsäga rumsliga värden. Metoden är namngiven efter Kriege, en sydafrikansk gruvingenjör som på femtitalet utvecklade empiriska metoder för att bestämma malmklassfördelningar.

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

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

; där

C_{ij} är covariansen mellan i och j

0 är punkten vars värde ska beräknas

w är vikten

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

Vid variogramanalys plottar man variansen mellan mätpar mot avståndet mellan mätparen. Figur 63 visar ett exempel på ett variogram där 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:

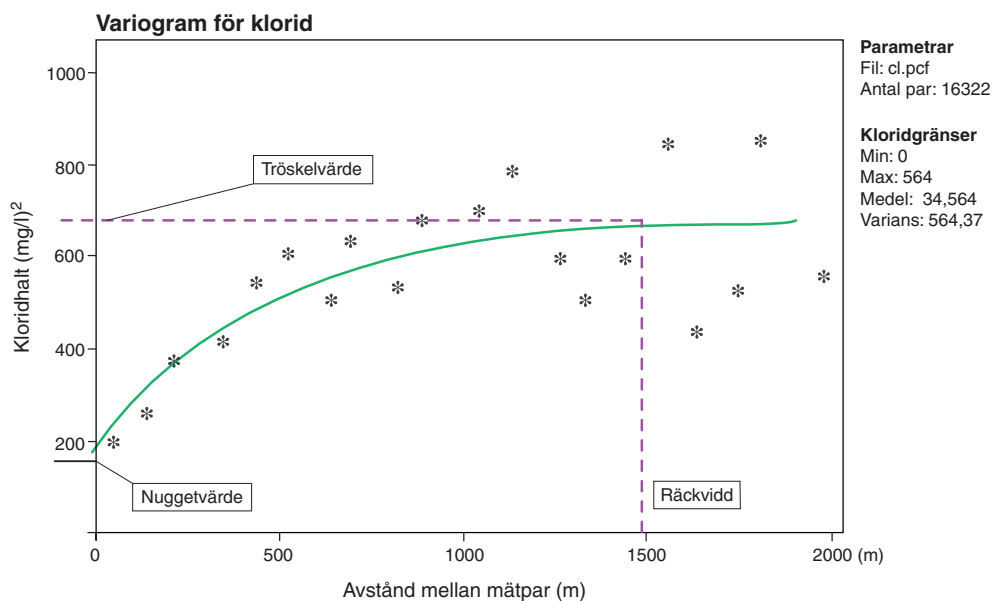


Fig. 63. Exempel på variogramanalys. Här är variansen på kloridhalten plottad mot avståndet. Räckvidd – variansområde, nuggetvärde – lägsta varians.

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

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

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

DOKUMENTATION AV GEOFYSISKA MÄTNINGAR

I kapitlet Redovisning av fältundersökningar finns ett urval av de geofysiska mätningar som utfördes vid kartläggningen av grundvattentillgångarna i Eskilstuna och Kungsörs kommuner. Förutom denna dokumentation finns SGUs geofysiska mätningar tillgängliga i form av radargram och seismogram samt inventerade brunnar, observationsrör och borrhningar m.m. i databaser.

Geofysiska mätningar
R = Georadar, S = Seismik

Profil	y_start	x_start	y_slut	x_slut	Ås
R01-01	1549549	6582560	1549920	6582390	Badelundaåsen
R02-01	1549920	6582390	1530070	6582530	Badelundaåsen
R03-01	1549990	6580100	1550260	6579920	Badelundaåsen
R04-01	1549630	6578730	1549590	6578500	Badelundaåsen
R05-01	1550140	6579390	1550030	6579100	Badelundaåsen
R06-01	1550150	6579520	1549820	6579530	Badelundaåsen
R07-01	1549750	6576090	1549710	6576560	Badelundaåsen
R08-01	1549710	6576560	1550020	6576600	Badelundaåsen
R09-01	1550050	6575370	1550030	6575510	Badelundaåsen
R10-01	1550140	6573670	1550550	6573600	Badelundaåsen
R11-01	1551420	6572440	1551550	6572510	Badelundaåsen
R12-01	1551530	6572530	1551580	6572370	Badelundaåsen
R13-01	1553920	6567510	1553530	6567540	Badelundaåsen
R14-01	1553930	6565670	1554320	6567390	Badelundaåsen
R15-01	1553340	6568950	1552570	6568970	Badelundaåsen
R16-01	1552090	6569760	1552230	6569780	Badelundaåsen
R17-01	1554100	6567360	1554270	6567680	Badelundaåsen
R01-02	1515130	6594350	1515920	6590140	Köpingsåsen
R02-02	1515650	6591200	1515940	6591290	Köpingsåsen
R03-02	1515720	6591420	1515950	6590630	Köpingsåsen
R04-02	1517330	6586390	1517210	6586550	Köpingsåsen
R05-02	1517300	6586420	1517340	6586180	Köpingsåsen
R06-02	1517830	6585730	1517380	6584660	Köpingsåsen
R07-02	1517300	6584720	1517460	6584710	Köpingsåsen
R08-02	1517450	6585330	1517600	6583310	Köpingsåsen
R09-02	1517230	6584590	1517430	6584500	Köpingsåsen
R10-02	1517220	6584240	1517640	6583920	Köpingsåsen
R11-02	1517660	6583960	1517330	6583810	Köpingsåsen
R12-02	1517220	6583750	1517100	6565830	Köpingsåsen
R13-02	1517220	6582730	1517270	6581290	Köpingsåsen
R14-02	1517270	6581290	1517410	6581620	Köpingsåsen

Profil	y_start	x_start	y_slut	x_slut	Ås
R15-02	1517420	6581610	1517320	6581920	Köpingsåsen
R16-02	1517320	6582350	1517420	6581870	Köpingsåsen
R17-02	1517310	6580460	1517340	6580710	Köpingsåsen
R18-02	1517340	6578690	1517470	6578850	Köpingsåsen
R19-02	1517410	6577990	1517530	6518190	Köpingsåsen
R20-02	1517530	6577690	1517570	6577440	Köpingsåsen
R21-02	1517310	6577210	1517530	6577160	Köpingsåsen
R22-02	1517240	6576220	1517550	6576840	Köpingsåsen
R23-02	1517370	6575560	1517420	6575380	Köpingsåsen
R24-02	1517340	6575000	1517410	6575650	Köpingsåsen
R25-02	1517390	6575680	1517460	6575520	Köpingsåsen
R26-02	1517650	6574060	1517470	6574260	Köpingsåsen
R27-02	1518070	6573210	1517970	6571640	Köpingsåsen
R28-02	1517880	6571470	1517800	6571390	Köpingsåsen
R29-02	1517810	6571080	1517610	6571080	Köpingsåsen
R30-02	1516780	6568800	1516410	6568910	Köpingsåsen
R31-02	1516950	6568120	1516920	6568360	Köpingsåsen
R32-02	1516770	6567630	1516960	6567940	Köpingsåsen
R33-02	1516940	6566870	1516700	6566720	Köpingsåsen
R34-02	1517310	6570110	1517310	6570390	Köpingsåsen
R35-02	1517180	6569780	1517190	6569900	Köpingsåsen
R36-02	1517200	6569900	1517130	6569840	Köpingsåsen
R37-02	1529630	6592010	1529880	6591870	Strömsholmsåsen
R38-02	1529360	6592440	1529320	6592280	Strömsholmsåsen
R39-02	1529630	6592019	1529750	6592160	Strömsholmsåsen
R40-02	1529760	6592160	1530300	6591670	Strömsholmsåsen
R41-02	1529670	6591640	1529820	6591420	Strömsholmsåsen
R42-02	1530430	6591270	1530380	6591110	Strömsholmsåsen
R43-02	1530290	6591050	1530160	6590620	Strömsholmsåsen
R44-02	1530410	6591550	1530280	6591630	Strömsholmsåsen
R45-02	1530670	6588880	1530560	6589260	Strömsholmsåsen
R46-02	1531960	6587880	1531440	6587890	Strömsholmsåsen
R47-02	1535740	6582790	1553860	6583110	Strömsholmsåsen
R48-02	1535870	6583110	1536000	6583040	Strömsholmsåsen
R49-02	1535940	6587700	1536060	6582070	Strömsholmsåsen
R50-02	1536060	6582080	1535840	6582270	Strömsholmsåsen
R51-02	1536020	6581670	1536160	6581700	Strömsholmsåsen
R52-02	1536160	6581700	1536040	6581680	Strömsholmsåsen
R53-02	1536020	6581680	1536150	6580920	Strömsholmsåsen
R54-02	1536140	6580920	1535680	6580360	Strömsholmsåsen
R55-02	1535780	6584460	1535900	6584150	Strömsholmsåsen
R56-02	1535550	6584760	1535780	6585220	Strömsholmsåsen
R57-02	1535080	6586360	1535040	6586160	Strömsholmsåsen
R58-02	1535050	6586150	1534920	6586260	Strömsholmsåsen
R59-02	1532410	6587730	1533290	6587530	Strömsholmsåsen
R60-02	1534330	6586920	1533980	6586900	Strömsholmsåsen
R61-02	1532600	6587400	1532830	6587410	Strömsholmsåsen
R62-02	1533290	6587440	1533090	6587470	Strömsholmsåsen
R63-02	1533060	6587490	1533340	6587500	Strömsholmsåsen
R64-02	1533140	6587210	1532950	6587040	Strömsholmsåsen
S1-01	1547910	6588870	1548080	6588440	Badelundaåsen
S2-01	1548110	6588500	1548000	6588470	Badelundaåsen
S3-01	1548380	6587140	1548310	6586920	Badelundaåsen
S4-01	1549700	6582480	1549910	6582390	Badelundaåsen
S5-01	1550140	6574020	1550320	6574150	Badelundaåsen
S6-01	1550320	6574150	1550190	6574340	Badelundaåsen
S7-01	1552070	6570650	1552040	6570430	Badelundaåsen
S1-02	1530347	6688401	1530347	6588181	Strömsholmsåsen
S2-02	1530677	6588872	1530907	6588853	Strömsholmsåsen
S3-03	1517256	6582316	1517344	6581635	Köpingsåsen

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: Praktisk geohydrologi. I P. Brink, T. Cewé, E. Olerud, C. Ramel, H. Sjörs & M. Falkenmark (red.): *Vattenmiljön, Praktisk miljökunskap*. Natur och Kultur, Stockholm, 53–80.
- Andersson, A.C., Andersson, O. & Gustafsson, G., 1984: Brunnar: undersökning – dimensionering – borrning – drift. *Byggforskningsrådet R 42:1984*.
- Andersson, S., Eriksson, A. & Åbyhammar, T., 1980: Utvinning av värme ur bergborrade brunnar. Förstudie. *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. *Kungl. tekniska högskolan Thesis Report Series 1998:9*.
- Bergman, G., 1972: *Bestämning av infiltrationskoefficienter för bergytor och perkolationsbanor i jordlager*. Stockholms universitet. Kvartärgeologiska institutionen. Även 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*.
- Björnbom, S., 1983: Beskrivning till jordartskartan Strängnäs NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 60*.
- 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 terrängavsnitt*. Metod – Teknik – Analys. Stockholm.
- Byggforskningsrådet, 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. *Byggforskningsrådet R41:1984*.
- Coordinating Committee For Hydrology In Nordic Countries (Cohyno), 1984: *Nordic Glossary of Hydrology*. Iréne Johansson (red.). Almqvist & Wiksell International, Stockholm.
- De Geer, J., 1970: Några hydrogeologiska synpunkter på jordtäckets akviferer främst åsarnas. I E. Eriksson, Y. Gustafsson & K. Nilsson (red.) *Grundvatten*. Norstedt & Söner förlag, Stockholm.
- 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 A, Nos 2 and 39.*
- Engqvist, P., Olsson, T. & Svensson, T., 1978: *Pumping and recovery tests in wells sunk in till.* Nordic Hydrological Conference and Second Nordic IHP mee-ting, Hanasaari Cultural Centre, July 31 –August 3, 1978, Papers of workshops. Helsinki.
- Eriksson, A., 1981: Energibrunnar. *Sveriges geologiska undersökning. Information från brunnarsarkivet 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.
- 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. *Nord. Hydrol. Conf. Aalborg 1974*, 525–543.
- Gustafsson, G., 1976: A method of calculating the hydraulic properties of leaky esker-aquifer systems. *Nord. Hydrol. Conf. Reykjavik 1976*, s. IV 47–64. Även i: *Nordic Hydrology* 8, 65–82.
- Gustafsson, G., Norling, E., Ahlbom, K., De Geer, J., Hård, S., Karlqvist, L., Persson, G. & Thorregren, U., 1980: Energigeologisk kartering. *Metodstudie. BFR-rapport R 134: 1980.*
- Gustafsson, Y., 1970: Topografins inverkan på grundvattenbildningen. I E. Eriksson, Y. Gustafsson & K. Nilsson (red.) *Grundvatten.* Norstedt & Söner förlag, Stockholm.
- Hult, A., 1991: *Källan till vattnet.* Anders Hult & Gidlunds Bokförlag, Värnamo.
- Hydén, H., 1983: Energiutvinning ur kommunala grundvattentäkter. *Byggforskningsrådet rapporter R:47.*
- Jacobsson, M., 1995: *Glacial and postglacial development of the Ören deposit south-west of Torö, southern Stockholm Archipelago, 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 south-eastern 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*. International Association 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.
- Livsmedelsverket, 1993: Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten. *SLV FS* 1993:35.
- Lundegård, P.-H., 1974: Beskrivning till berggrundskartan Eskilstuna NV. *Sveriges geologiska undersökning Af* III.
- Magnusson, E., 1975: Beskrivning till jordartskartan Eskilstuna NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae* 18.
- Magnusson, E., 1986: Beskrivning till jordartskartan Eskilstuna SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae* 79.
- Magnusson, E., 1987: Beskrivning till jordartskartan Strängnäs SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae* 89.
- Magnusson, E., 1989: Beskrivning till jordartskartan Eskilstuna NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae* 103.
- 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.
- Möller, H. 1987: Beskrivning till jordartskartan Strängnäs SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae* 82.
- Naturvårdsverket, 1991: Grundvattentäakter. Skyddsområden – Skyddsföreskrifter. *Allmänna råd* 90:15.
- Nordberg, L. & Persson, G., 1979: *Vårt vatten – tillgång, utnyttjande*. LTs förlag, Stockholm.
- Nordic Hydrological Programme, 1994: Salt groundwater in the Nordic countries. *NHP Report* 35.
- Nordqvist, R., 1982: *Försurning*. 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*.
- Pousette, J., Müllern, C.-F. & Engqvist, P., 1984: Beskrivning till hydrogeologiska kartan över Södermanlands län *Sveriges geologiska undersökning Ah* 7.

- Pousette, J., 1988: Groundwater Documentation in Sweden. *WHO Water Quality Bulletin 13, No. 4, Canada Centre for Inland Waters.*
- 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: *Monitor: Sura och försurade vatten.* Statens naturvårdsverk, Solna.
- Rodhe, A., 1987: The origin of streamwater traced by oxygen-18. *Rep. Ser. A, No 41, Div. of Hydrology, Uppsala Univ., 260 s.*
- Rudqvist, D., 1997: *Hydrogeologisk studie av kloridförorening i Uppsalaåsen vid Segersjövattentäkten, Botkyrka kommun.* Uppsala Universitet. Institutionen för Geovetenskap, Avdelningen för Kvärtärgeologi och Hydrogeologi.
- Samuelsson, M., 1983: Ytligt grundvatten – kemi och omsättning. En studie av källor i skogsmark. *Kungl. tekniska högskolan. Institutionen för kulturteknik. Meddelande TRITA-KUT 3023.*
- Sandberg, B., 1982: *Korrosion på markförlagda konstruktioner – påverkan av markförsurning.* Korrosionsinstitutet, Stockholm.
- Saxena, R. & Dressie, Z., 1983: Estimation of groundwater recharge and moisture movement in sandy formations by tracing natural 0-18 and injected tritium profiles in the unsaturated zone. *Isotope hydrology (Proc. Symp. Vienna, 1983), IAEA, Vienna, 139–150.*
- Socialstyrelsen, 2003: Socialstyrelsens allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten. *SOSFS 2003:17.*
- Statens offentliga utredningar, 1994: Reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar. Delbetänkande av Grundvattenutredningen. *SOU 1994:97.*
- Sundlöf, B. & Kronqvist, L., 1992: Konstgjord grundvattenbildning. *VAV.VA-Forsk Rapport nr 1992-13.*
- Svenska vatten och avloppsverksföreningen, 1995: VA-verk 1994. Statistiska uppgifter över kommunala vatten- och avloppsverk. *VAV S94.*
- Svenska vatten och avloppsverksföreningen, 1997: Skydd av vattentäkter. Meddelanden. *VAV M98.*
- Stålhös, G., 1984: Beskrivning till berggrundskartan Strängnäs NV och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af144.*
- Tekniska nomenklaturcentralen, 1970: Vattenordlista 2. *TNC 45.*
- Tekniska nomenklaturcentralen, 1984: Geologisk ordlista. *TNC 77.*
- UNESCO, 1983: *International legend for hydrogeological maps.* UNESCO, Paris.
- Wikner, T., Söderholm, H., Müllern, C.-F. & Engqvist, P., 1982: Beskrivning till hydrogeologiska kartan över Västmanlands län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 2.*
- Winqvist, G., 1953: Groundwater in Swedish Eskers. *Kungl. Tekniska högskolans handlingar 61.*

Ej tryckta utredningar (konsultrapporter)

Numreringssystem: ID i SGUs Georegister

ID	År	Titel	
SGU-H:04-038	1945-06-09	Förslag till utbyggnad av Eskilstuna vattenledning	VBB
SGU-H:04-039	1958-12-17	Yttrande över grundvattenundersökning för Torshälla stad (Hällby).	Mellansvenska ingenjörbyrå
SGU-H:04-040	1949-08-05	Redogörelse för grundvattenundersökning för Torshälla stad.	AIB
SGU-H:04-041	1958-04-24	Ansökan om legalisering av kommunal vattentäkt i Kjulaås samhälle.	Vatten- och avloppsteknik
SGU-H:04-042	1972-07-20	Utredning angående skydd av grundvattentäkt i Kjulaås	Orrje & Co
SGU-H:04-043	1973-12-14	Utredning angående skydd av grundvattentäkt vid Rakåsen, Hällbybrunn	Orrje & Co
SGU-H:04-044	1969-09-15	Sammanställning av rörprotokoll och planritning över Eskilstuna kommun	Akva Terra
SGU-H:04-045	1953-03-19	Förslag till anläggningar för vattenförsörjning och avlopp för Årila Samhälle.	Orrje & Co
SGU-H:04-068	1980-09-17	Kommunala grundvattentäkter belägna i närheten av allmänna vägar.	Länsstyrelsen i Södermanlands län
SGU-H:04-069	1975-12-01	Vattentäkter i Södermanlands län. Del 1 permanentbebyggelse.	Länsstyrelsen i Södermanlands län
SGU-H:04-070	1975	Vattentäkter i Södermanlands län. Del 2 fritidsbebyggelse.	Länsstyrelsen i Södermanlands län
SGU-H:04-074	1968-07-02	Redogörelse över utförd grundvattenundersökning för branddamm vid Hyggeby, Kafjärdens kommun.	K-konsult
SGU-H:04-076	1981-10-07	Rörbrunn , Kvicksund.	Akva Terra
SGU-H:04-082	1960-11-08	Redogörelse för grundvattensituationen vid, samt norr och söder om Torshälla stads vattentäkt.	Mellansvenska ingenjörbyrå.
SGU-H:04-084	1965-02-22	Redogörelse för utförda grundvattenundersökningar för Hällberga Samhälle.	Eskilstuna kommun
SGU-H:04-085	1964-04-30	Principförslag till vattenförsörjningens ordnande.	K-konsult – LBF
SGU-H:04-086	1957-06-05	Utlåtande över utförda grundvattenundersökningar för Kjulaås samhälle	Vatten- och avloppsteknik
SGU-H:04-087	1953-11-19	Yttrande över provpumpning av grundvattentäkt för Skogstorp och Hällsta stationssamhälle.	Viak
SGU-H:04-088	1951-11-24	Yttrande över förberedande grundvattenundersökningar för vatten-försörjning.	Viak

ID	År	Titel	
SGU-H:04-089		Redovisning av undersökningar avseende vattenförsörjningen för Sundbyholm.	Akva Terra
SGU-H:04-090	1958-11-15	Vattendom. Prövning av lagligheten av en å fast. Kjulaås 2:3 anlagd vattentäkt.	ÖVD
SGU-H:04-091	1959-06-10	Ansökan om godkännande av en grundvattentäkt å fastigheten Kalksandtegel 1:1, Ärla socken. Dom A61/959	ÖVD
SGU-H:04-092	1963-06-07	Ansökan om tillstånd till ökning av stadens bortledning av vatten från Eskilstunaån och infiltration vid Hyndevad. Dom A64/1964	ÖVD
SGU-H:04-093	1969	Ansökan om tillstånd att anlägga en grundvattentäkt på ett område av Husby 1:2 i Tumbo Socken.	ÖVD
SGU-H:04-094	1974-09-05	Ansökan om lagligförklaring av befintliga anordningar för kommunens vattenäkt på Kjulaås 7/1.STVD dom DVA 95/1974	
SGU-H:04-095	1980	Ansökan om tillstånd till ökat uttag m.m. vid kommunens vattentäkt i Hyndevad.	STDV
SGU-H:04-096	1952-06-28	Ansökan, dels av staden om tillstånd att omändra vattentäkt på Hällby 2:122, och därefter öka vattenuttag.	ÖVD
SGU-H:04-097	1950-01-17	Yttrande över grundvattenundersökningar i Kvicksund, Tumbo kommun.	Viak
SGU-H:04-098	1960-03-03	Redogörelse för provpumpning av vattentäkt i Kvicksunds samhälle, Hällby kommun.	LBF
SGU-H:04-099	1969-06-06	PM angående värdering av grundvattentäkt vid Hällbybrunn.	AIB
SGU-H:04-100	1973-03-30	Förfrågningsunderlag för utförande av en grusfilterbrunn vid Näshulta	Orrje & Co
SGU-H:04-101	1966-08-25	Täktplan å stadsägorna 1963, 1963A, 1963B, 1964 och 2853 inom Eskilstuna.	Hagconsult
SGU-H:04-102	1966-08-25	Täktplan å stadsägorna 2058, 2489F, 2568, Eskilstuna stad.	Hagconsult
SGU-H:04-103	1980-12-16	Grundvattenvärme. Hällbybrunn.	Hagconsult
SGU-H:04-104	1981-06-05	Teknisk utredning för ansökan till Österbygdens vattendomstol angående grundvattenuttag för grundvattenvärmeprojekt vid Hällbybrunn	Scandiaconsult
SGU-H:04-105	1978	Redovisning av utförda arbeten med 3 bergborrade brunnar vid Näshulta.	Akva Terra
SGU-H:04-106	1979-03-26	Förslag till hydrogeologisk undersökning vid Ryningsberg.	VBB
SGU-H:04-107	1976-12-29	Skyddsområden för vattentäkter. Eskilstuna kommun, hälsovårdskontoret	VA-verket

ID	År	Titel	
SGU-H:04-108	1978-12-15	Geotekniskt-geologiskt utlåtande över del av Tyrens området Odlaren.	
SGU-H:04-109	1980	Reviderad täktplan för fastigheterna Hyndevad 25:1 och 26:1 (Borsökna Grusgrop) inom Eskilstuna kommun.	Projektkontoret, Eskilstuna komm.
SGU-H:04-110	1978-04-27	Rapport angående undersökningar av grundvattenbildning genom infiltration.	VBB
SGU-H:04-111	1922	Eskilstuna stads nya vattenledningsverk vid Hyndevad.	Eskilstuna stadsbyggnadskontor
SGU-H:04-112	1976	Redovisning av undersökningsrör nr 76137-76141 samt nya obs.rör vid "Murbruksfabriken" och Berga, Hyndevad.	Akva Terra
SGU-H:04-113	1977-01-14	Förslag till utformning av skyddet för den grundvattentillgång, som utnyttjas vid Alberga.	K-konsult
SGU-H:04-114	1972-10-10	Redovisning av rödrivning och provpumpning samt uppmätning av Brunn.	Akva Terra
SGU-H:04-115	1976	Grustäktsplan för Kungsörsåsen, Stora Sundby, Eskilstuna.	A Andersson ingenjörbyrå
SGU-H:04-117	1974	Kjula skyddsområde, mätrör vid Blacksta 2:13, Kjula	Akva Terra
SGU-H:04-118	1958-09-20	Angående grusås vid Ärla vattentäkt.	SGU
SGU-H:04-119	1982-01-18	Resurshushållningsplan – grus, berg och schaktmassor. Eskilstuna kommun.	Scandiaconsult
SGU-H:04-120	1981-10-16	Utlåtande över de geotekniska förhållandena för planerad nybebyggelse Av stadsdelen Östermalm, Eskilstuna.	Riksbyggen, geotekn. kontoret
SGU-H:04-121	1968-05-27	PM angående utredning av grundvattenförhållandena inom område vid Mesta i Eskilstuna.	AIB
SGU-H:04-245	1983-03-03	Eskilstuna golfklubb. Brunn för bevattning.	Akva Terra
SGU-H:04-258	1988-03-25	Eskilstuna kommun, Barva. Brunn 8601.	Akva Terra
SGU-H:04-265	1989-11-07	Hydrogeologisk bedömning och VLF-mätning vid Bälgviken och Näshulta.	SGU
SGU-H:04-268	1993-05-07	Eskilstuna kommun. Fastighetskontoret. Gillberga skola. Brunn 2.	Akva Terra
SGU-H:19-021	1966	Morfologisk-geologisk dokumentation av Kungsörsåsen, Västmanlands Län.	CTH
SGU-H:19-022	1965-04-12	Yttrande över grundvattenundersökning för Kungsörs köping.	Mellansvenska ingenjörbyrå

ID	År	Titel	
SGU-H:19-024	1957-08-10	Yttrande över grundvattenundersökningar för Valskogs samhälle i Kung Karls kommun.	Viak
SGU-H:19-036	1968-09-26	Tillägg till tidigare utredningar av den 19.4.1966 resp. 21.10.1966 beträffande skyddsbestämmelser Kungsörs köpings vattentäkt.	Mellansvenska ingenjörbyrå
SGU-H:19-121	1967-01-16	Åsvårdsplan: Kungsörsåsen.	A. Anderssons Ingenjörbyrå AB
SGU-H:19-268	1997-10-10	Henry Larsson. Kungsör. Brunn 9701.	Akva Terra

SGUs Rapporter och meddelanden, valda exempel

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

Grundvattenkartor

SGU serie Ag

Grundvattenkartor i skala 1:50 000

1. Örebro SV
2. Örebro NO
3. Örebro NV
4. Trelleborg NV/Malmö SV
5. Örebro SO
6. Trelleborg NO/Malmö SO

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

SGU serie Ah

Grundvattenkartor, län, i skala 1:250 000.

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

SGU serie An

Grundvattenkartor med beskrivning, kommuner, i skala 1:50 000

1. Haninge (karta)
2. Hässleholm
3. Strängnäs
4. Upplands-Bro
5. Södertälje–Nykvarn (karta)
6. Söderhamn
7. Katrineholm
8. Karlstad

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

SGU serie K

Grundvattenkartor med beskrivning, kommuner, i skala 1:50 000

44. Umeå
49. Västerås-Hallstahammar
50. Kristinehamn
62. Örkelljunga
63. Mölndal
69. Sigtuna (karta)
78. Ekerö
82. Halmstad
83. Köping
88. Eskilstuna-Kungsör
89. Helsingborg (karta)
90. Båstad (karta)
91. Heby
92. Botkyrka
93. Salem
102. Kävlinge (karta)
103. Staffanstorps-Lomma-Burlöv
104. Landskrona (karta)
108. Uddevalla
109. Göteborg
110. Enköping (karta)
116. Lund (karta)
117. Malmö (karta)
130. Vargårda (karta)
131. Härryda (karta)
132. Partille (karta)
134. Lerum (karta)
135. Alingsås (karta)
139. Västra Skogen
140. Örebro och Kumla samt delar av angränsande kommuner
141. Brattforsheden
144. Stockholm (karta)
149. Mariannelundsåsen
150. Silverdalen
151. Asby
152. Stockholmsåsen – Upplands Väsby
153. Stockholmsåsen – Sollentuna
154. Stockholmsåsen – Solna

Dessutom finns följande kartdatabaser tillgängliga:

Alingsås

Boden

Bollebygd

Borås

Eslöv

Flen

Gävle

Håbo

Höör

Jönköping

Klippan

Laholm

Luleå

Norrtälje

Norsjö

Nyköping

Perstorp

Piteå

Skellefteå

Sundsvall

Svalöv

Tidaholm

Uppsala

V Småland

Ydre

Åstorp

Älvsbyn

Ängelholm

Ö Småland

