

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SERIE Ag

HYDROGEOLOGISKA KARTBLAD SKALA 1:50 000

NR 8

P. ENGQVIST OCH C.-F. MÜLLERN

BESKRIVNING TILL
HYDROGEOLOGISKA KARTAN
ESKILSTUNA NO

DESCRIPTION TO THE HYDROGEOLOGICAL MAP
ESKILSTUNA NO



UPPSALA 1981

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

På beställning utför SGU även geologiska och hydrogeologiska specialundersökningar rörande grus- och sandförekomster, grundvatten, mineral, miljövård m. m.

Närmare upplysningar erhålls genom
SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Box 670
751 28 UPPSALA
Telefon 018/15 52 80

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SERIE Ag

HYDROGEOLOGISKA KARTBLAD SKALA 1:50 000

NR 8

P. ENGQVIST OCH C.-F. MÜLLERN

BESKRIVNING TILL HYDROGEOLOGISKA KARTAN
ESKILSTUNA NO

DESCRIPTION TO THE HYDROGEOLOGICAL MAP
ESKILSTUNA NO

UPPSALA 1981

ISBN 91-7158-229-0

ISSN 0346-7333

Textkartorna är ur sekretessynpunkt godkända för spridning.

Statens lantmäteriverk 1981-08-24

INNEHÅLL

1. Abstract	5
2. Inledning	6
3. Grundvattenbildning	8
3.1. Nederbörden	8
3.2. Grundvattennybildning	8
3.3. Grundvattennivåförändringar	10
4. Grundvattnet i berggrunden	11
4.1. Den hydrogeologiska kartans utformning avseende berggrunden	11
4.2. Berggrundens sammansättning och bergarternas utbredning	13
4.3. Förkastningar och större sprickzoner	14
4.4. Berggrundens sprickighet	17
4.5. Berggrundens vattenförande förmåga	20
4.6. Uttagsmöjligheter i bergborrade brunnar	21
5. Grundvattnet i jordlagren	28
5.1. Allmänt	28
5.1.1. Principer för beräkning av grundvattentillgångar i åsar	29
5.1.2. Grundvattennivåer i åsar	33
5.2. Grundvattnet i Strömsholmsåsen	35
5.2.1. Hornsåsen	35
5.2.2. Strömsholm — Mellansunden	37
5.2.3. Lillön — Kviksund	37
5.2.4. Kviksund — Borsökna	39
5.2.5. Borsökna — Hyndevad	41
5.2.6. Hyndevad — Hållsta	42
5.3. Grundvattnet i Vallbyåsen	42
5.4. Grundvattnet i Kjulaåsen	43
5.4.1. Mälaren — Kafjärdsgraven	43
5.4.2. Kafjärdsgraven — Kjula kyrka	44
5.4.3. Kjula kyrka — Asplund	46
5.4.4. Asplund — Mortorp	47
5.5. Grundvattnet i övriga jordarter	47
5.5.1. Jordarter under lera	47
5.5.2. Svallgrusavlagringar	48
5.5.3. Morän	48
5.5.4. Torvmarker	49
6. Grundvattnets kemiska sammansättning och fysikaliska egenskaper	51
6.1. Allmänt	51
6.2. Bedömningsgrunder för vattenanalyser	52
6.3. Grundvattnets kemiska sammansättning	54
6.3.1. Allmänt	54
6.3.2. Grundvatten med höga kloridhalter	54
6.3.3. Fluorid	57
6.3.4. Järn	60
6.3.5. Totalhärdhet	61
6.3.6. Spårämnen	61
7. Källor	61
8. Referenslitteratur	64
8.1. Utredningar	64
8.2. Litteratur	65

1. Abstract

The hydrogeological map SGU Ag 8 Eskilstuna NO is an attempt to make a map in accordance with the International Legend for Hydrogeological Maps published by UNESCO in 1970. As regards the crystalline rocks the Generallegende für die Internationale Hydrogeologische Karte von Europa has also been used as a model.

Base maps for the hydrogeological sheet are the topographic sheet 10G Eskilstuna NO and the western part of the sheet 10H Strängnäs NV, and the geological maps of the area, SGU Series Aa 196 Eskilstuna and Aa 200 Västerås.

The principal idea for this map is that the main aquifer always is shown. Concerning the loose deposits the eskers are the major aquifers. They are the most important groundwater resources in the area. The Quaternary geological setting surrounding the eskers is shown on the map due to its great importance to the hydrogeological conditions within the eskers. Second to the eskers the crystalline rocks are the most important aquifers. The median values of the capacities of the wells drilled in crystalline rocks are the base for the different colours used on the map.

The map is compiled from data from the Section of Well Records at the Geological Survey of Sweden and from investigations carried out by consulting engineering companies etc. During the summer of 1972 an extensive field investigation was carried out including a complete well inventory as well as levelling of the groundwater levels in various wells and springs along the eskers.

The quality of the groundwater has also been checked. Groundwaters from the silicious igneous rocks generally are relatively low in mineral content.

The dominant ions are sodium and bicarbonate. In a few deep-drilled wells in the crystalline rocks chloride will dominate. The mineral content of these wells is relatively high.

The salty water is probably a residue from the time when sea water covered the whole area as a consequence of the last glaciation. The sea water has in some places remained in pockets in the bedrock due to the overlaying fresh water not being able to wash away the heavier salty water.

Most of the waters are relatively high in fluoride. Fluoride content below 0.5 mg/l F is found very rarely.

Generally the waters are hard.

2. Inledning

Tidigare utgivna hydrogeologiska kartblad i SGU:s serie Ag har framställts inom områden där geologiska kartblad i SGU:s nya kartserie Ae funnits att tillgå. Över det område som omfattar det topografiska kartbladet Eskilstuna NO saknas moderna kartor i serie Ae. Därför har ett nytt underlag fått framställas. Den geologiska informationen till detta har hämtats från SGU:s numera avslutade kartbladsserie Aa. De geologiska kartbladen Västerås Aa 196 (1954) och Eskilstuna Aa 200 (1959) har därvid använts. Vid framställningen av den nya geologiska förlagan har den gamla kartbilden i största möjliga utsträckning bibehållits men generaliseringar och mindre ändringar har ej kunnat undvikas av karttekniska skäl.

Huvudprincipen vid upprättandet av kartan har varit att söka beskriva de hydrogeologiska förhållandena i de bästa akvifererna. Ur grundvattenutvinnings-synpunkt är isälvsstråken, det vill säga åsarna, av största betydelse. Därför har dessa fått en framträdande plats på kartan. För att öka förståelsen av grundvattenbildningen har även jordarter och hållar medtagits i de områden som närmast gränsar till isälvsavlagringarna. Efter isälvsavlagringarna är berggrunden den bästa akviferen. Mediankapaciteterna för brunnar borrade i olika bergarter redovisas med färger med olika styrka.

För att inte vissa delar av Kjølaåsen skall behöva delas upp på två skilda kartblad har ett 2.5 km brett område av det angränsande bladet Strängnäs NV medtagits.

Kartbladet Eskilstuna NO har fått en något annan utformning än tidigare utgivna hydrogeologiska kartor. Beträffande beteckningar och symboler har en anpassning till internationella förebilder eftersträvat. I huvudsak har den av UNESCO utgivna International Legend for Hydrogeological Maps, UNESCO 1970, varit vägledande. Principerna för kartans färgsättning framgår av tabell 1.

Kartan och beskrivningen avser ej att lämna helt kompletta eller fullständiga uppgifter på uttagbara grundvattenmängder, grundvattennivåer etc. inom de olika grundvattenmagasinen utan angivna värden måste endast betraktas som riktvärden. Framför allt inom åsstråken har uppgifter från tidigare gjorda grundvattenundersökningar utförda av olika ingenjörsfirmor använts. En kompletterande fältundersökning ägde rum sommaren 1972 av personal från brunnsarkivet varvid bl. a. provborrningar och seismiska undersökningar gjordes på vissa platser för bestämning av jordlagrens mäktighet. Grundvattennivåerna i ett stort antal brunnar uppmättes genom mätning och avvägning, vattenprover för fysikalisk-kemisk analys togs, kapacitetsmätningar i vissa vattendrag och källor utfördes etc.

Med användande av resultaten från dessa undersökningar samt material från brunnsborrningar och andra undersökningar samt uppgifter ur SGU:s brunnsarkiv har föreliggande karta och beskrivning utarbetats.

TABELL 1. Principer för kartans färgsättning.

Färger för tecken och symboler

grå	<i>underlag</i> : habitationsunderlag, nivåkurvor
mellanbrun	<i>geologi</i> : jordarts- och bergartsbeteckningar, geologiska gränser
blå	<i>ytvatten</i> : vattendrag, källor
violett	<i>grundvatten</i> : grundvattennivåer, grundvattendelare, grundvattnets strömningsriktning
röd	<i>artificiella anläggningar</i> : brunnar, infiltrationsanläggningar, skyddsområdesgränser
(orange)	<i>hydrokemi</i> : salt grundvatten); ej på denna karta
svart	<i>tektonik</i> : förkastningar, sprickzoner, skiffriighet

Färger för ytor

blå	grundvattenförande <i>porösa</i> bildningar, t ex isälvsavlagringar
grön	grundvattenförande <i>sprickiga</i> bildningar, t ex granit och gnejs
ljusbrun	grundvattenfattiga bildningar eller bildningar med begränsad utsträckning och därav små uttagsmöjligheter t ex svallgrusavlagringar, morän, vissa bergartsområden

Definitioner och grundbegrepp rörande grundvatten har i de tidigare utgivna hydrogeologiska kartbladsbeskrivningarna ganska ingående behandlats eftersom lämplig litteratur på svenska i ämnet har saknats. I denna beskrivning har dessa avsnitt kunnat göras mindre omfattande genom tillkomsten av nya publikationer. Här skall nämnas några böcker som behandlar grundvatten i olika aspekter, t. ex. Eriksson, Gustavsson och Nilsson 1970: Grundvatten; Knutsson och Morfeldt 1978: Vatten i jord och berg; Nordberg och Persson 1979: Vårt vatten (tillgång — utnyttjande).

I fältarbetet har förutom författarna följande personer deltagit: Dag Fredriksson, Torbjörn Fagerlind, Lars Linde, Sven-Åke Heinemo, Gunnar Ekman, Leif Särnblad, Roger Magnusson, Hans Bjelkesjö, Gunnar Jonsson och Sture Särnblad.

Kartan har ritats av Ulla Skarin.

3. GRUNDVATTENBILDNING

Av

PER ENGQVIST

3.1. Nederbörden

Nederbördstillskottet dimensionerar grundvattenbildningen. Man kan i längden inte ta ut mer vatten än vad som nybildas, utan att grundvattentillgångarna minskar. Hur nederbörden fördelar sig under ett år visas i diagrammet fig. 1. Nederbördsstationen är belägen vid Västerås flygplats ca 8 km norr om denna karta. Diagrammet visar normalnederbörd för månaderna och året 1931—1960. Uppgifterna är hämtade från Taesler 1971, Klimatdata för Sverige.

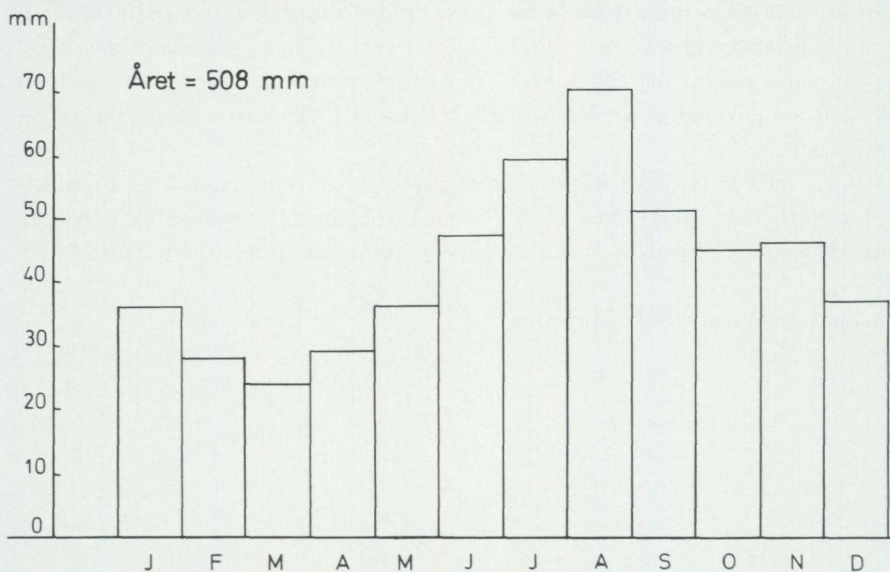


Fig. 1. Normalnederbörden för månaderna och året 1931—1960 vid Västerås flygplats (utanför kartan).

Normal mean precipitation for months and year 1931—1960 at Västerås airport (not on this map).

3.2. Grundvattennybildning

Grundvatten bildas genom att nederbörden infiltrerar. Infiltration kallas vattnets nedträngning genom markytan. Vattnets vidare rörelse från markytan till grund-

vattenytan kallas perkolation. När nederbörden tränger in i marken ersätts i första hand det underskott av vatten som eventuellt finns i marklagren ovanför grundvattenytan i den så kallade omättade zonen. Vattnet i den omättade zonen kallas markvatten. Eventuellt överskott i den omättade zonen rör sig efter hand ned mot grundvattenytan för att till slut bilda grundvatten. Förloppet kan vara mycket komplicerat i detalj, men i stort fungerar det hela som när man tillför vatten till en urkramad tvättsvamp. Först när svampen blivit mättad med vatten börjar den att släppa ifrån sig vatten.

Indirekt är jordarternas förmåga att släppa igenom vatten beroende av kornstorlekssammansättningen. Ett mått på en jord- eller bergarts förmåga att släppa igenom vatten är permeabiliteten (den hydrauliska konduktiviteten). Genom bildning av mask- och rothål kan växter och djur öka permeabiliteten. Plöjning av åkermark ger delvis samma effekt.

Närvaron av djur och växter ökar alltså markens förmåga att släppa igenom vatten, men den biologiska aktiviteten kräver också vatten för de olika livsprocesserna. Därför minskar mängden tillgängligt vatten för grundvattenbildningen på grund av detta.

Detta medför att grundvattennybildningen under växtsäsongen blir låg. Vatten avgår i form av vattenånga från växternas ovanjordiska delar (växternas transpiration). Mycket vatten avdunstar också direkt från mark- och vattenytor liksom från växterna.

Man brukar anse att grundvattennybildningen är större i sand- och grusområden än i moränområden. Inom lerområden är grundvattennybildningen låg även om uttorkade leror under begränsad tid kan medge infiltration av vatten i stora mängder.

Årsnederbörden i Eskilstunatrakten ligger något över 500 mm. Om all denna nederbörd skulle bilda grundvatten skulle ungefär 16 l/s nybildas inom ett område på en kvadratkilometer. Nu går inte detta på grund av att det bara är en del av all nederbörd som bildar grundvatten. Mycket vatten rinner av som ytvatten, avdunstar eller återgår till atmosfären genom växternas transpiration. Den mängd som verkligen bildar grundvatten varierar med olika marktyper. I tidigare beskrivningar har angetts att i sand-grusåsar kan 60—80 % av årsnederbörden bilda grundvatten. I ler-moränområden är motsvarande procenttal 10—30 % medan i lerområden 0—10 % betraktas som rimligt. I sand-grusåsområden skulle man enligt dessa uppskattningar kunna ta ut omkring 10—12 l/s per km², i ler-moränterräng omkring 1.5—5 l/s per km² och i lerområden upp till omkring 1.5 l/s per km². Dessa värden är endast överslagsberäkningar. Områdenas topografi, geologi och markanvändning har stor betydelse i detta sammanhang och dessutom växlar nederbördens storlek år från år liksom andra klimatologiska betingelser som temperatur, tjäle, snötäcke m. m.

En viktig skillnad mellan isälvs- och moränavlagringarna är möjligheterna att

ta ut grundvatten. När det gäller isälvsavlagringarna, kan man ofta ur en enda brunn ta ut stora vattenmängder, medan det kanske fordras många brunnar för att kunna ta ut motsvarande mängd vatten ur en lika stor moränavlagring.

3.3. Grundvattennivåförändringar

För att illustrera grundvattennivåförändringarna i av uttag opåverkade brunnar har två brunnar utvalts från SGU:s grundvattenobservationsnät. Dessa är belägna utanför detta kartblad. Några lämpliga brunnar med långa mätserier har inte kunnat erhållas inom kartbladet. Figur 2 visar grundvattennivåförändringarna i en moränbrunn från Bärmö (nr 21). Figur 3 visar detta i en brunn i en isälvsavlagring vid Sättrabrunn (nr 20). I Bärmö är moränen täckt av lera och brunnen är periodvis artesisk. Bärmö ligger cirka 45 km nordväst om Stockholm. Sättrabrunn är en brunn i Badelundaåsen cirka 25 km norr om Västerås.

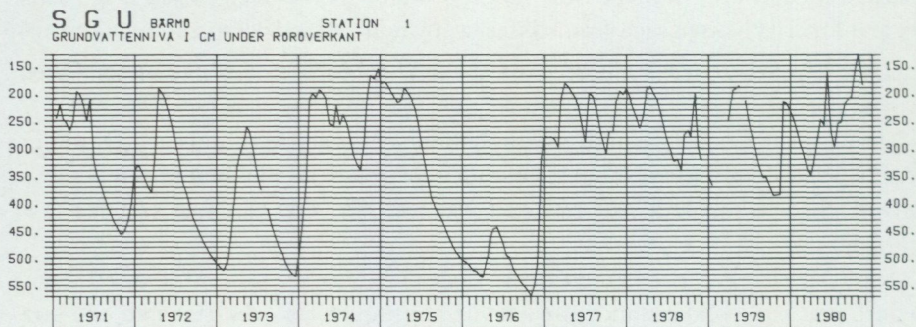


Fig. 2. Grundvattennivåer från observationsområde 21 Bärmö (utanför kartan). Akvifer: morän, täckt av lera.

Groundwater level from observation area 21 Bärmö (not on this map). Aquifer: till covered by clay.

Under normala förhållanden har vattennivåkurvorna i dessa trakter två minima per år. Ett uppstår under sommaren när vegetationen förbrukar mycket vatten. Ett annat uppträder under vintern när tjälen förhindrar tillströmning av nytt vatten från markytan. Normalt brukar det ske ett verkligt grundvattentillskott under vårmånaderna i samband med snösmältningen och ett annat under höstmånaderna efter vegetationsperiodens slut fram till tjälbildningen. I jordarter med hög permeabilitet, t. ex. vid Sättrabrunn, är grundvattennivåfluktuationerna inte så stora som i tätare jordarter, som vid t. ex. Bärmö. Detta framgår tydligt av diagrammen.

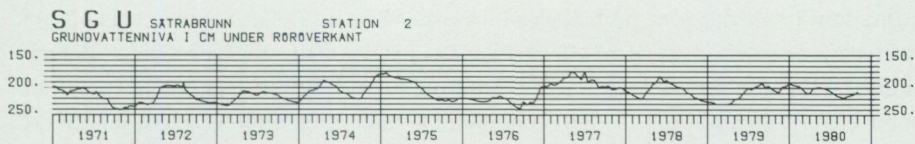


Fig. 3. Grundvattennivåer från observationsområde 20 Sättrabrunn (utanför kartan). Akvifer: isälvsavlagring, täckt av lera.

Groundwater level from observation area 20 Sättrabrunn (not on this map). Aquifer: glaciofluvial sand covered by clay.

Juli och augusti är ofta de nederbördsrikaste månaderna under året, se fig. 1. Under dessa månader är trots detta grundvattennybildningen låg genom att växtligheten förbrukar så mycket vatten.

En mycket torr höst eller vår har betydligt allvarigare inverkan på vattentillgången än om sommarregnen skulle utebli.

4. Grundvattnet i berggrunden

Av

CARL-FREDRIK MÜLLERN

4.1. Den hydrogeologiska kartans utformning avseende berggrunden

Redovisningen av berggrunden på den hydrogeologiska kartan Eskilstuna NO har utformats efter förebild av UNESCO:s (1970) förslag till internationella hydrogeologiska kartbeteckningar, samt efter de kompletteringar som publicerats av Bundesanstalt für Bodenforschung och UNESCO i Generallegende für die Internationale Hydrogeologische Karte von Europa (1974).

Detta kartteckensystem har också använts på bl a hydrogeologiska kartan Norrköping NV (SGU Ag 7). En väsentlig skillnad mellan Eskilstunakartan och Norrköpingskartan är att isälvsavlagringarna och deras hydrologi på Norrköpingskartan redovisas separerade från berggrundens hydrologi medan de på Eskilstunakartan redovisas i en gemensam kartbild.

Bergartsgränserna är något modifierade efter P. H. Lundegårdhs berggrundskartor Västerås (SGU Aa 196) och Eskilstuna (SGU Aa 200). Den väsentligaste

skillnaden är att det som på berggrundskartorna är uppdelat i sedimentgnejs och leptitgnejs betecknas på den hydrogeologiska kartan som ytbergartsgnejs. Beteckningen "vanligen förskiffrad granit" omfattar huvudsakligen urgranit, dvs. synorogen kvartsdiorit till granit. Beteckningen "massformig, ställvis något förskiffrad granit" omfattar huvudsakligen serorogen granit av Stockholms- och Malingsbotyp. Bergartsenheter med en utsträckning mindre än 6 mm på kartan är ej medtagna.

Med brun och grön färg visas inom vilket kapacitetsintervall mediankapaciteten ligger för brunnar borrade i olika bergarter och inom olika delar av kartområdet.

Enligt UNESCO:s beteckningssystem används grön färg för områden där grundvattnet uppträder i sprickor i berggrunden, vilket är fallet i det svenska urberget. Mörkgrön färg används för vidsträckta och rikligt givande akviferer. Ljusgrön färg används för mindre, lokalt rikligt givande eller vidsträckta, måttligt givande akviferer. Brun färg betecknar områden där grundvatten vanligen erhålls i ringa mängd eller där grundvatten helt saknas. Blå färg används för sådana bildningar där grundvattnet huvudsakligen uppträder i porer, t. ex. åsar och porösa sandstenar.

Värdena på de bergborrade brunnarnas kapaciteter, vilka ligger till grund för färgvariationerna på kartan, härrör nästan uteslutande från de uppgifter som brunnsborrarna har lämnat i samband med att brunnarna borrats. De metoder som har använts och som nu används av brunnsborrhare för att bestämma bergborrade brunnars kapacitet är av mycket skiftande slag. De brunnar som borrats med linstötborr har i allmänhet provpumpats 4—8 tim, i många fall något dygn. Kapaciteten i brunnar som borrats med tryckluftsdrivna bormaskiner har vanligen bestämts på så sätt att vattnet under några timmar blåsts upp med tryckluft, varvid vattenflödet uppmätts. Detta förfarande har ofta kompletterats med att återhämtningen i brunnen uppmätts med flottör. Dessa förfaringssätt ger inga exakta värden på brunnarnas kapaciteter, men de ger en uppfattning om kapaciteternas storleksordning.

I områden där inga eller mycket få brunnar har borrats och det statistiska underlaget för beräkning av mediankapaciteten således är väl litet, har medianvärden använts som baserats på bergborrade brunnar i motsvarande bergarter i närliggande delar av Mellansverige. Kapacitetsbeteckningarna på kartan kan därför betraktas så, att dessa mer generellt gällande kapacitetsvärden, se tabell 2, bildar stommen i kartan, och att avvikelser från dessa redovisas där data från brunnsborringar ger belägg för sådana.

Den hydrogeologiska kartan visar således medianvärden av borrade brunnars kapacitet. Man hade istället kunnat välja att visa motsvarande medelvärden. För att belysa skillnaden mellan medelvärde och medianvärde kan följande exempel anföras. Sju olika brunnar har kapaciteterna 200, 200, 200, 500, 700, 800 och 3 000 liter per timme. Medelvärdet av kapaciteterna för dessa brunnar är lika med

TABELL 2. Medel- och mediankapacitet för brunnar i olika bergarter i östra Götaland och östra Svealand.

<i>Bergart</i>	<i>antal brunnar</i>	<i>medelkapacitet i l/h</i>	<i>mediankapacitet i l/h</i>
Sedimentgnejs, ådergnejs- och migmatit- omvandlad	506	900— 1 000	200— 300
Urgranit, starkt förskiffrad och/eller migmatitomvandlad	447	800— 1 200	200— 300
Leptit, ådergnejs- och migmatit- omvandlad	225	~1 600	~400
Urgranit, mindre starkt förskiffrad, bättre bevarad	334	1 400— 1 700	400— 500
Stockholms-Fellingsbrogranit, vanligen massformig	137	~2 100	900—1 000
Smålandsgranit, vanligen massformig	508	~2 500	~1 000
Kambrisk sandsten	257	5 000—11 000	4 500—7 000

summan av kapaciteterna dividerad med antalet brunnar, dvs. $5\,600 : 7 = 800$. Medianvärdet är det värde som ligger i mitten av serien. I detta fall är medianvärdet 500 l/h. Antalet brunnar som ger mer vatten är lika med antalet brunnar som ger mindre vatten än detta medianvärde.

Enstaka brunnar med mycket hög kapacitet påverkar medelvärdet relativt starkt, medan medianvärdet inte påverkas. Detta gäller i särskilt hög grad när antalet brunnar är litet. Antag att den brunn som gav 3 000 l/h istället gav 10 000 l/h. Då skulle i samma serie medelvärdet av kapaciteterna bli 1 800 l/h, medan medianvärdet fortfarande vore 500 l/h. För att undvika att enstaka brunnar med mycket hög kapacitet skall få för stort inflytande på kartbilden, har därför medianvärdena valts som grund för kapacitetsredovisningen på den hydrogeologiska berggrundskartan.

För att underlätta för läsaren att på kartan återfinna de i texten angivna lokalerna, har efter lokalnamnet inom parentes angivits inom vilket ekonomiskt kartblad lokalen är belägen. Angivelsen sker med en siffra och en bokstav (9 d), vilka återfinns i kartramen.

4.2. Berggrundens sammansättning och bergarternas utbredning

Berggrunden inom kartbladet Eskilstuna NO utgörs uteslutande av urberg. Dess äldsta led utgörs av förskiffrade, förgnejsade och ofta starkt migmatit-
omvandlade ytbergarter av sedimentärt och vulkaniskt ursprung med en ålder av ca 2 000 miljoner år. På den hydrogeologiska kartan går dessa under den gemensamma beteckningen ytbergarts-
gnejs. Kristallin karbonatsten (kalksten och dolomit) har emellertid erhållit en särskild beteckning. Ytbergarts-
gnejs dominerar starkt inom kartområdet, särskilt i den södra hälften. Kristallin karbonatsten uppträder hu-

vudsakligen i två öst—västliga, i minde partier uppdelade stråk; det ena från Borsökna (5 h) i väster över Odlaren (6 i) till gården Salbjörke (6 a) i öster, det andra från Hyndevad (5 h) i väster över Stenkvista och Hällberga till gården Kolartorp (5 a) i öster. Som framgår av kartan uppgår bredden till något hundratal meter, men är ofta betydligt mindre.

Skiffriheten hos dessa bergarter har övervägande öst—västlig strykningsriktning. Stupningen är oftast mycket brant; i vissa områden, företrädesvis i kartområdets norra delar, medelbrant mot söder. Ett 2 à 3 km brett, öst—västligt stråk med relativt flack stupning sträcker sig från Vingsleör (6 f) i väster till Kolartorp (5 a) i öster.

Efter dessa omvandlade sedimentära och vulkaniska bergarter följer, vad avser ålder, mer eller mindre starkt skiffriga och migmatitomvandlade bergarter tillhörande urgranitserien, vilka även benämns gnejsgraniter. Dessa förekommer huvudsakligen dels i ett öst—västligt stråk mellan Råby—Rekarne och Kjula och dels norr om Kvicksund.

Det som på den hydrogeologiska kartan betecknats som massformig, ställvis något skiffrig granit utgörs dels av intrusiv massformig granit, dels av lätt skiffrig granit. Den senare är en omvandlingsprodukt av äldre bergarter. Omvandlingen, granitiseringen, har skett genom en gradvis uppmältning av äldre bergarter, under tillförsel av kvarts- och fältspatmaterial, varvid den äldre berggrundens strukturer i viss utsträckning bevarats. Dessa yngre graniter uppträder i större massiv huvudsakligen från trakterna söder om Tumbo (7 g) till Björsund (8 a).

Yngsta bergart som påträffats i fast klyft inom kartbladsområdet är diabas av jotnisk ålder, mellan 900 och 1 500 miljoner år gammal. Diabas uppträder huvudsakligen som brant stående gångar i berggrunden. De förekommer rikligast i trakten av Odlaren (6 i) söder om Eskilstuna, där de har öst—västlig strykningsriktning. På öarna Granholmen och Vargholmen (8 g) uppträder diabas och diabasmandelsten sannolikt i form av ett flackt liggande täcke. Diabasmandelstenen har fått sitt namn av att det i den mörka bergarten förekommer rikligt med ljusare, ofta mandelformade fläckar. Dessa utgörs av blårum efter de gaser som den ursprungliga lavan medförde, i vilka ljusa mineral, t. ex. kalcit, serpentin och kvarts har avsatts.

Mer detaljerade redogörelser för berggrunden lämnas av P. H. Lundegårdh i beskrivningen till kartbladet Västerås SGU Aa 196 och i beskrivningen till kartbladet Eskilstuna SGU Aa 200.

4.3. Förkastningar och större sprickzoner

Förkastningar och mer markanta indikationer på sprickzoner, iakttagna genom flygbildtolkning, kartanalys och fältstudier, redovisas på den hydrogeologiska



Fig. 4. Rivningsbreccia vid den öst—västliga förkastningen vid Djurgården (6i). Foto C.-F. Müllern.

Tectonic breccia at the east—west trending fault east of Eskilstuna.

kartan. För att kartbilden inte skall bli överbelastad har endast ett representativt urval kunnat medtagas.

Den mest markanta förkastningen sträcker sig i östlig riktning från Eskilstuna över Strängnäs till Stockholm och sannolikt också längre öster ut. Vid Djurgården (6 i) förekommer en rivningsbreccia i anslutning till denna förkastning. Rivningsbreccian består av delvis hopläkta fragment av berggrunden, vilken sönderbrutits i samband med förkastningsrörelserna, se fig. 4. En liknande förkastning sträcker sig från Kilsbergen i väster längs Mälarfjärdarna Galtens och Blackens södra stränder till Granfjärden i öster. Ytterligare en förkastning av samma typ uppträder strax väster om Tumbo.

Gemensamt för dessa förkastningar är att de har ett något vindlande lopp men huvudriktningen är öst—västlig. Den norra sidan är alltid sänkt jämfört med den södra. Sänkningsbeloppen är inte närmare kända. Vid Hugelstaberget (6 j) och Torshälla huvud (8 h) kan de uppskattas till 70 à 80 m. Rörelser längs dessa förkastningar har sannolikt förekommit vid flera tillfällen, men de torde ha fått sin utformning huvudsakligen i permisk tid.

En mycket starkt markerad sprickzon sträcker sig i nord—sydlig riktning tvärs igenom hela kartområdet från Hållsta (5 h) i söder, delvis längs Eskilstunaån, förbi Nybybruk till strax öster om Skattgården (9 h) i norr. Sprickzonen fortsätter både norrut och söderut utanför kartområdet. Vid gården Kälby (5 h) utmärks sprickzonen av en rak och smal dalgång, se fig. 5. Där har små rester av diabas



Fig. 5. Väl markerad nord—sydlig sprickdal vid Kälby (5h). Foto C.-F. Müllern.

Distinctly developed north—south trending valley caused by fracturing of the crystalline bedrock.

påträffats på de sprickytor som begränsar dalgången. Detta indikerar att sprickzonen på djupet till stor del kan innehålla diabas.

Även vid Stentorp (9 h) har diabas påträffats. Sprickzonen kan därför sannolikt betraktas som en parallell till de delvis diabasfyllda sprickzoner i N—S till NNV—SSÖ, som beskrivits i området Glanshammar—Arboga inom kartområdet Örebro NO (Müllern 1974).

Dominerande riktningar för de större sprickzonerna är Ö—V, NV—SÖ, N—S samt NÖ—SV. Kjulaåsen och Strömsholmsåsen följer de större sprickzonernas riktningar på ett synnerligen påfallande sätt. Kjulaåsen har huvudsakligen nord—sydlig riktning. Från söder till norr intar Strömsholmsåsen följande riktningar: från Hållsta (5 h) till Ryningsberg (5 h) nordlig, Ryningsberg—Stensborg (5 h) nordvästlig, Stensborg—Hällby kyrka (7 h) nordlig, Hällby kyrka—500 m NÖ om Sörby (7 g) nordvästlig, 500 m NÖ om Sörby—Borgtorp (8 g) nordlig, Borgtorp—Borgåsund (9 f) nordvästlig. Ungefär vid Pettersborg (9 f) grenar sig åsen och en gren viker av i nordlig riktning till Horn (9 f). Från Horn har åsen sedan en nordöstlig riktning förbi St Åsby (9 f). I vissa fall kan åsar ligga i sprickzoner, men det är vanligare att de ligger längs bergsidor i direkt anslutning till större sprickzoner.



Fig. 6. Väl utbildade, nordväst—sydöstliga, parallella sprickor i förskifrad synorogen granit, vid Hällbybrunn (7g). Sprickorna övertvåras skiffrigheten.

Distinctly developed northwest striking set of joints in foliated (synorogenic) granite. The joints cut the foliation.

I trakten av Eskilstuna sammanstrålar flera mycket kraftiga sprickzoner och förkastningar. Dessutom uppträder ett större antal diabasgångar just i detta område. Detta tyder på att området kring Eskilstuna varit särskilt utsatt för tånjning och sprickbildning i berggrunden.

4.4. Berggrundens sprickighet

Sprickigheten i berggrunden har uppmätts i vägskårningar, större hällområden och i stenbrott. Sprickstereogrammen, fig. 7 och 8, bygger på ca 2 700 mätningar. Av stereogrammen framgår att de flesta sprickorna stupar vertikalt eller mycket brant. Fig. 6 visar väl utbildade sprickor i förskifrad granit vid Hällbybrunn (7g). Fig. 7 a—d visar vilka sprickriktningar som dominerar i de olika bergarterna. Två riktningar återkommer med smärre riktningvariationer i de olika bergarterna, NV—SÖ och NÖ—SV. I de massformiga bergarterna, yngre granit och jotnisk diabas (på Granholmen och Vargholmen, 8g), uppträder sprickor i Ö—V. Denna riktning förekommer också i de övriga bergarterna, vilka har en utpräglad planförskifring orienterad i Ö—V med vanligen brant stupning. Förskifringen maske-

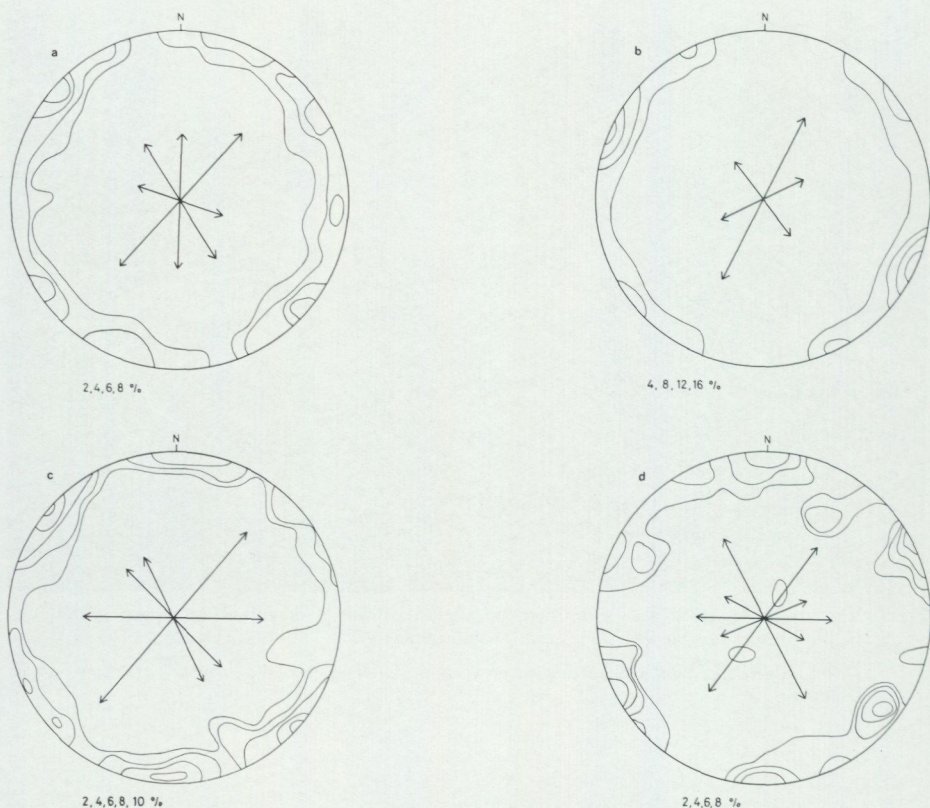


Fig. 7. Sprickor inmätta i olika bergarter inom kartområdet. Stereografisk projektion av sprickytonas normal, från undre hemisfär till plan enligt Schmidt. a, ytbergartsgnejs, 1 535 observationer; b, förskiffrad granit, 653 observationer; c, massformig granit, 339 observationer; d, jotnisk diabas vid Vargholmen och Granholmen (8g), 173 observationer.

Joints measured in different rock types within the map area. Stereographic projection of the poles of joints. Lower hemisphere, Schmidt's net. a, supracrustal gneiss, 1 535 joints; b, foliated granite, 653 joints; c, massive granite, 339 joints; d, Jotnian dolerite on Vargholmen and Granholmen islands, 173 joints.

rar i viss mån sprickorna i Ö—V, då det i många fall kan vara svårt att skilja på sådana sprickor och avlossningar längs skiffrihetsplan. Sådana avlossningar förekommer huvudsakligen i berggrundens överyta, medan de egentliga sprickorna kan vara mycket djupgående.

En typ av sprickor som inte kommer med i representativ omfattning i stereogrammen är de mer eller mindre horisontella. Detta beror på att berggrunden är blottad huvudsakligen i horisontell led, vilket medför att sprickor som skär horisontalplanet blir mer företrädda än de som är mer eller mindre parallella med horisontalplanet. Det är främst i de massformiga graniterna som mycket flacka sprickor uppträder, s. k. bankning.

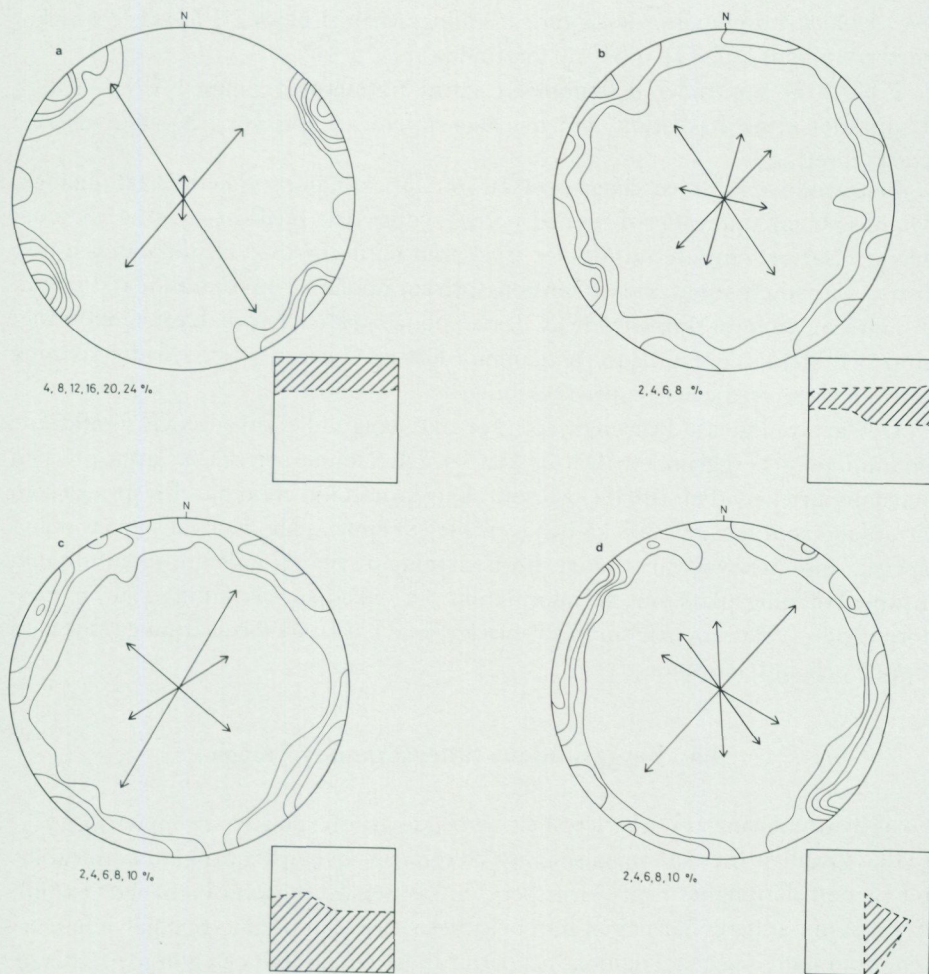


Fig. 8. Sprickor inmätta i olika berggrundsområden. a, berggrundsblock I, 217 observationer; b, berggrundsblock II, 890 observationer; c, berggrundsblock III, 1 498 observationer; d, det rikligt grundvattengivande berggrundsområdet kring Eskilstuna, 780 observationer.

Joints measured in different bedrock blocks. a, block I, 217 joints; b, block II, 890 joints; c, block III, 1 498 joints; d, the highly yielding bedrock area around Eskilstuna, 780 joints.

Berggrunden inom kartområdet kan indelas i tre större blockenheter. Block I utgörs av blocket norr om Mälarens södra strand, block II av berggrundsblocket mellan Mälarens södra strand och en linje mellan L. Åby (7 f)—Tumbo—Hällbybrunn—Eskilstuna—Kjula. Block III utgörs av blocket söder om denna linje. Fig. 8 a—d visar sprickriktningar som uppträder i dessa berggrundsblock samt i det rikligt grundvattengivande området kring Eskilstuna (IV). I samtliga områden förekommer de väl markerade sprickriktningarna i NV—SÖ och NÖ—

SV. I block I dominerar dessa sprickriktningar helt. I block III är också sprickor med riktningar i ÖNÖ—VSV väl företrädda.

I block II uppträder dessutom ett starkt riktningmaximum i VNV—ÖSÖ. I området kring Eskilstuna kan man konstatera att sprickor i N—S är mycket starkt företrädda.

Berggrunden har med säkerhet utsatts för sprickbildning vid ett flertal tillfällen. Diabasgångar uppträder dels med nord—sydlig, dels med öst—västlig riktning. Detta visar att området utsatts för tryck från nord—syd vid ett tillfälle, och från öst—väst vid ett annat, varvid tensionssprickor öppnats i motsvarande riktningar. I några av de mest djupgående av dessa öppna sprickor har diabasmagma trängt upp och stelnat. De tidigare omnämnda förkastningarna i öst—västlig riktning vittnar om en tredje fas av sprickbildning.

Det är vanligt att befintliga sprickor aktiveras vid förnyade och förändrade spänningar i berggrunden. Därför kan en och samma spricka ha uppträtt som tensionsspricka vid ett tillfälle och som skjvspricka vid ett annat. En spricka som är anlagd som tensionsspricka behöver inte stå öppen idag, lika väl som en skjvspricka inte behöver vara slutet. En besiktning av berggrunden intill en tilltänt brunnsbörningsplats kan ge information om vilken sprickriktning som är mest företrädd på platsen, och om vilka sprickor som har bästa förutsättningar att vara öppna och vattenförande.

4.5. Berggrundens vattenförande förmåga

Grundvattenföringen i urberg är helt beroende av förekomsten av öppna sprickor, i vilka grundvattnet kan magasineras och röra sig. Urbergets primära permeabilitet (genomsläpplighet i sprickfritt berg) är så liten att inga vattenmängder, som i dessa sammanhang har någon som helst betydelse, kan utvinnas ur själva bergarten. Som jämförelse kan nämnas att permeabiliteten i granit och glimmerskiffer är av storleksordningen 10^{-12} — 10^{-11} m/s, medan den hos sand är av storleksordningen 10^{-5} — 10^{-3} m/s. Vattengenomsläppligheten hos sand är således 10—100 milj. gånger större än vattengenomsläppligheten hos sprickfritt urberg. Därtill kommer att den effektiva porositeten i sprickfritt urberg är i det närmaste noll. För sand är den omkring 20—30 %. Det faktum, att man trots urbergets primärt praktiskt taget obefintliga permeabilitet och porositet kan erhålla grundvatten från urberg beror som nämnts helt på förekomsten av öppna sprickor. I urberg med relativt normal sprickighet uppgår den sekundära effektiva porositeten (beroende av sprickorna) vanligen inte till mer än omkring 1 promille (10^{-3}). Den sekundära permeabiliteten (även den beroende av sprickorna) är vanligen av storleksordningen 10^{-8} — 10^{-6} m/s.

Sprickvidden spelar en väsentlig roll för vattenföringen i berggrunden. Sprickornas vattenförande förmåga varierar med kuben på sprickvidden. Under i övrigt

lika förutsättningar skulle således en sprickas kapacitet öka 1 000 gånger om sprickvidden ökade 10 gånger från exempelvis 0.1 till 1 mm.

Av stor vikt är även att de öppna sprickorna är sammanhängande och bildar ett tillräckligt stort grundvattenmagasin, samt att vattenuttaget i en brunn inte överstiger nybildningen av grundvatten i magasinet.

Kapaciteten hos de inventerade och undersökta bergborrade brunnarna varierar från 10 l/h till 25 000 l/h, vilket betyder att den vattenrikaste brunnen ger 2 500 gånger mer vatten än den fattigaste. Detta visar att grundvattentillgången varierar inom mycket vida gränser i urbergsområden, och att placeringen av en brunn i förhållande till sprickorna spelar mycket stor roll.

4.6. Uttagsmöjligheter i bergborrade brunnar

Den hydrogeologiska kartan visar med olika färger att mediankapaciteten för brunnar i olika bergarter eller områden är olika. För att komplettera kartbilden visas i fig. 9 a—h hur kapaciteten på de 165 brunnar, som kunnat lokaliseras till en bestämd bergart eller område, fördelar sig på olika kapacitetsintervall. Den intervallindelning som används är logaritmisk: 0—60, 60—200, 200—600, 600—2 000, 2 000—6 000 och 6 000—20 000 l/h. Den har valts bl. a. av följande skäl. Intervallet 600—2 000 l/h omfattar flertalet av ca 5 000 brunnar i SGU:s brunnarkiv som kunnat lokaliseras till en bestämd bergart i Mellansverige. De brunnar som ger mindre än 600 l/h, och de som ger mer än 2 000 l/h, kan således sägas ge mindre respektive mer än vad som är vanligt för bergborrade brunnar i urberg. Detta förhållande har valts som utgångspunkt för färgbeteckningarna avseende kapacitet på den hydrogeologiska berggrundskartan. Brun färg betecknar således lägre kapacitet än normalt, ljusgrön normal och mörkgrön högre kapacitet än normalt. 60 l/h räcker till ett å två moderna hushåll med vardera tre till fyra personer om man räknar med en förbrukning av 200 l/person och dag. 200 l/h räcker vanligen till ett medelstort jordbruk med boskap men utan konstbevattning. 6 000 l/h räcker till omkring 150 hushåll, dvs. ett mindre samhälle, där vattenförbrukningen brukar ligga kring 260 l/person och dag.

Fig. 9 a visar kapacitetsfördelningen för samtliga inventerade bergborrade brunnar inom kartområdet. Som framgår av figuren ger närmare 40 % av brunnarna mer vatten än 2 000 l/h. Mediankapaciteten är 900 l/h och medelkapaciteten är 3 100 l/h. Dessa värden, förutom medianvärdet, är relativt höga för att gälla ett urbergsområde. De antyder speciella förhållanden inom kartområdet. Om man studerar brunnarnas kapaciteter på den hydrogeologiska kartan ser man att dessa är påtagligt högre i ett område kring Eskilstuna. Kapacitetsfördelningen för brunnarna inom detta område, vilket är detsamma som område IV, fig. 8 d, redovisas i fig. 9 b. Som framgår av den senare figuren är det dominerande

kapacitetsintervallet det mellan 6 000 och 20 000 l/h. 67 % av brunnarna ger mer än 2 000 l/h, mediankapaciteten är så hög som 4 000 l/h och medelkapaciteten är 5 700 l/h.

Fig. 9 c och d visar att medianvärdena på kapaciteterna för brunnar borrade i ytbergartsgnejs och förskiffrad granit, båda bergarterna vanligen starkt migmatit-omvandlade, är 500 respektive 300 l/h. Dessa bergarter har således åsatts ljusbrun färg på den hydrogeologiska kartan.

Undantaget från detta är det tidigare nämnda, ca 3 km breda, öst—västliga stråket mellan Kolartorp (5 a) och Vingsleör (6 f). Detta stråk har betecknats med ljusgrön färg. Orsaken till detta är att berggrundens skiffriighet i detta stråk stupar relativt flackt, på många ställen 40—50°. Flackt stupande skiffriighet har på flera håll i landet visat sig vara gynnsamt vad beträffar utvinning av grundvatten. Detta beror på att sprickor och släppor uppstår längs vissa skiffriighetsplan. Vertikalt borrade brunnar har naturligtvis större möjligheter att träffa sådana sprickor och släppor om de har en flack stupning än om de har en brant stupning. De sörmländska gnejserna har förutom i vissa mindre områden eller stråk vanligen brant eller mycket brant stupning, vilket således bidrar till att de är relativt dåliga grundvattenbärare. Det är förstås mycket svårt att ange exakta gränsen för området med flack stupning. Av denna anledning har gränslinjerna för ifrågavarande stråk på detta kartblad gjorts streckade.

Fig. 9 e visar att medianvärdet på kapaciteterna för brunnar borrade i massformig granit är 600 l/h. På den hydrogeologiska kartan har de massformiga graniterna följaktligen erhållit ljusgrön färg. Av fig. 9 f, g och h framgår hur brunnarnas kapaciteter fördelar sig inom de tre berggrundsblocken. Beträffande dessa kan sägas att berggrundsblock I har för få brunnar för att den statistiska bilden skall vara användbar. Beträffande de två andra berggrundsblocken kan sägas att kapacitetsfördelningarna och medianvärdena är normala för brunnar i urbergsområden.

Orsaken till att området kring Eskilstuna ger så mycket vatten är sannolikt den att berggrunden är mer uppsprucken i detta område än i andra. Det utgör skärningspunkten för tre större sprickzoner: den stora öst—västliga förkastningen, sprickzonen längs Hyndevad—Eskilstunaån och den kraftiga nord—sydliga sprickzonen från Hållsta (5 h) i söder, genom Torshälla och vidare norrut. De flesta av kartområdets diabasgångar är koncentrerade till området 2—3 km sydöst om Eskilstuna. Detta visar att större, öppna sprickor varit speciellt väl företrädda i detta område åtminstone vid tiden för diabasmagmans framträngande.

Mot bakgrund av nämnda förhållanden har området kring Eskilstuna åsatts en mörkare grön färg, vilken anger en mediankapacitet för brunnarna inom området mellan 2 000 och 6 000 liter per timme. Det är naturligtvis vanskligt att exakt avgränsa ett berggrundsområde av denna karaktär. Då emellertid orsaken till de höga kapaciteterna får anses bero på spricktekoniken i området, har dess gränser

huvudsakligen fått bestämmas av förekommande större sprickzoner.

Det har i några fall visat sig att brunnar borrade i kristallin karbonatsten (urkalksten) har givit mer vatten än vad som är vanligt. Detta gäller för t. ex. två brunnar vid Odlaren (6 i) nr 116 och 117, vilka ger 15 000 resp. 20 000 l/h, samt brunn nr 203 vid Kolartorp (5 a) som ger 4 500 l/h. Det är inte osannolikt att dessa höga kapaciteter beror på att kalkstenen i viss utsträckning blivit karstvittrad. Detta innebär att sprickorna i kalkstenen blivit vidgade genom kemisk vittring. Sådana sprickor i kristallin karbonatsten har också observerats i berget 700 m söder om Hällberga järnvägsstation, se fig. 10.

Beräkningar av berggrundens transmissivitet, permeabilitet och magasinskoefficient har gjorts utgående från data över vissa brunnar inom kartbladsområdet. För att sådana beräkningar skall låta sig göra måste kapacitet, provpumpningstid och grundvattenytans avsänkning vara kända. Tyvärr är detta fallet endast för 24 brunnar i detta område. Beräkningarna har gjorts enligt en metod som angivits av Carlsson och Carlstedt (1976). Transmissiviteten och permeabiliteten har beräknats enligt formlerna:

$$T = \frac{Q}{\alpha \cdot s_w} \quad (1)$$

$$K = \frac{T}{h^1} \quad (2)$$

Den betydligt osäkrare beräkningen av magasinskoefficienten, som för öppna akviferer är ungefär lika med den effektiva porositeten, har gjorts enligt formeln:

$$\frac{s_w}{Q} = \frac{0.183}{T} \log \frac{2.25 \cdot T \cdot t}{S \cdot r^2} + CQ \quad (3)$$

T	= transmissivitet	(m ² /s)
K	= permeabilitet	(m/s)
S	= magasinskoefficient	(sortlös)
Q	= kapacitet (pumpad)	(m ³ /s)
s _w	= avsänkning i brunnen	(m)
r	= brunnens diameter	(m)
t	= pumpningstid	(s)
h ¹	= brunnens vattenförande sektion	(m)
C	= faktor för inströmningsförlust	(s ² /m ⁵)
α	= faktor = 0.85	(sortlös)

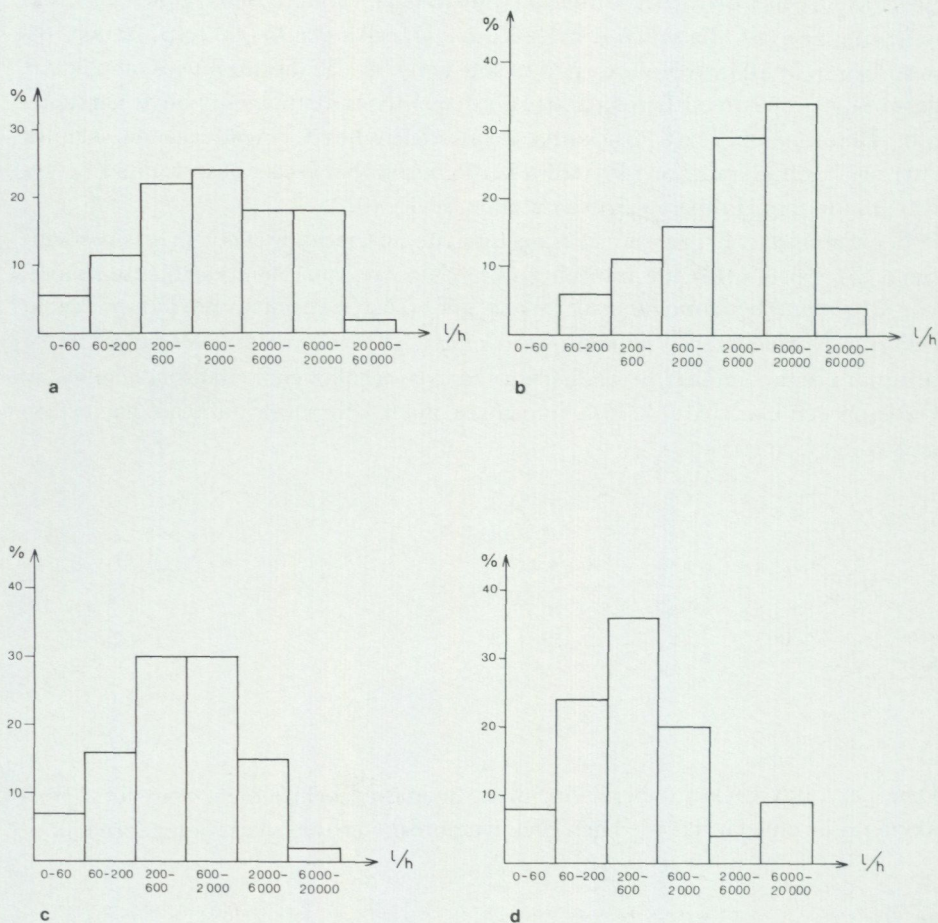
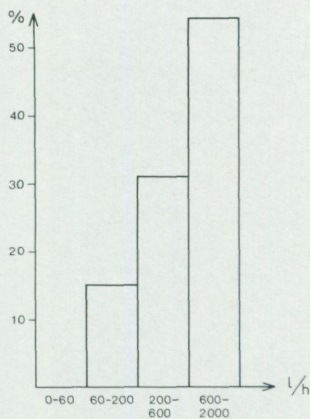
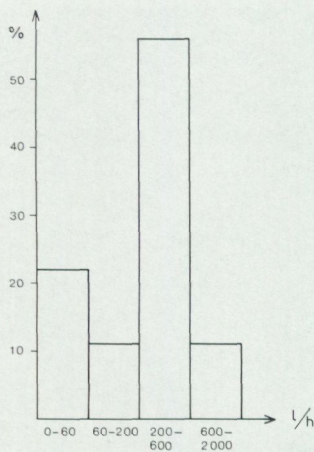


Fig. 9. Fördelningen av maximala kapaciteter, medianvärden och medelvärden för brunnar borrade i olika bergarter och inom olika delområden inom kartbladsområdet.

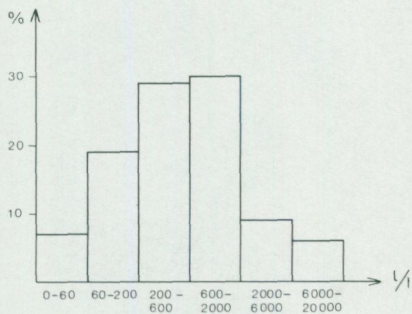
- a. Samtliga 165 inventerade brunnar. Mediankapacitet 900 l/h. Medelkapacitet 3 100 l/h.
 b. 70 brunnar inom det rikligt grundvattenförande området kring Eskilstuna (IV). Mediankapacitet 4 000 l/h. Medelkapacitet 5 700 l/h.
 c. 54 brunnar i ytbergartsgnejs. Mediankapacitet 500 l/h. Medelkapacitet 970 l/h.
 d. 25 brunnar i förskiffrad granit. Mediankapacitet 300 l/h. Medelkapacitet 1 300 l/h.
 e. 13 brunnar i massformig granit. Mediankapacitet 600 l/h. Medelkapacitet 650 l/h.
 f. 9 brunnar i berggrundsblock I. Mediankapacitet 200 l/h. Medelkapacitet 250 l/h.
 g. 69 brunnar i berggrundsblock II. Mediankapacitet 500 l/h. Medelkapacitet 1 150 l/h.
 h. 17 brunnar i berggrundsblock III. Mediankapacitet 700 l/h. Medelkapacitet 1 750 l/h.



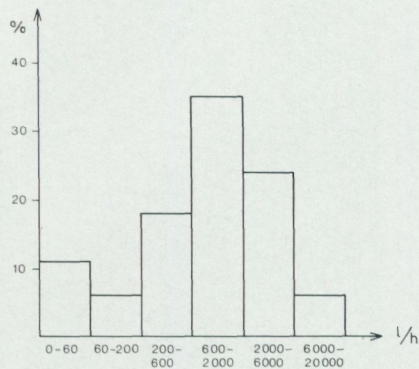
e



f



g



h

Distribution of maximum capacities, median capacities and mean capacities based on data from wells drilled in different rock types and different bedrock blocks within the map area.

- a. All 165 wells registered to any particular rock type or area. Median capacity 900 l/h. Mean capacity 3 100 l/h.
 b. 70 wells within the highly yielding bedrock area around Eskilstuna (IV). Median capacity 4 000 l/h. Mean capacity 5 700 l/h.
 c. 54 wells in supracrustal gneiss. Median capacity 500 l/h. Mean capacity 970 l/h.
 d. 25 wells in foliated granite. Median capacity 300 l/h. Mean capacity 1 300 l/h.
 e. 13 wells in massive granite. Median capacity 600 l/h. Mean capacity 650 l/h.
 f. 9 wells in bedrock block I. Median capacity 200 l/h. Mean capacity 250 l/h..
 g. 69 wells in bedrock block II. Median capacity 500 l/h. Mean capacity 1 150 l/h.
 h. 17 wells in bedrock block III. Median capacity 700 l/h. Mean capacity 1 750 l/h.



Fig. 10. Karstvittrade sprickor i kristallin kalksten, 700 m söder om Hällberga jvstn (5j). Foto C.-F. Müllern.

Karst phenomena in crystalline limestone. The joints are widened by chemical weathering. 700 m south of Hällberga railway station (5j).

Tabell 3 visar en förteckning över de beräknade hydrogeologiska parametrarna för berggrunden kring de brunnar inom kartområdet, från vilka nödvändigt beräkningsunderlag finns. I tabell 4 jämförs medianvärdena för dessa data med motsvarande värden från andra områden.

Under antagandet att urberget inom kartbladet Eskilstuna NO är en öppen akvifer kan magasincoeffcienten i praktiken sättas lika med den effektiva porositeten. Detta skulle för område A innebära att grundvatteninnehållet i genomsnitt är av storleksordningen 3 ml/m^3 berg. Bergmassan inom en radie av 50 m kring en 100 m djup brunn skulle i så fall innehålla ca 2.4 m^3 grundvatten.

TABELL 3. Hydrogeologiska parametrar för berggrunden kring vissa brunnar inom kartområdet.

<i>Brunnsnr</i>	<i>Bergart</i>	<i>Permeabilitet</i> <i>K, m/s</i>	<i>Transmissivitet</i> <i>T, m²/s</i>	<i>Kapacitet</i> <i>Q l/h</i>
A. Brunnar utanför det rikligt vattengivande området kring Eskilstuna.				
88	Massformig granit	$1.5 \cdot 10^{-9}$	$1.5 \cdot 10^{-7}$	40
201	Förskiffrad granit	$3.3 \cdot 10^{-9}$	$3.2 \cdot 10^{-7}$	95
207	Ytbergartsgnejs	$4.2 \cdot 10^{-9}$	$4.4 \cdot 10^{-7}$	120
25	Förskiffrad granit	$7.8 \cdot 10^{-9}$	$8.2 \cdot 10^{-7}$	100
209	Ytbergartsgnejs	$9.3 \cdot 10^{-9}$	$9.1 \cdot 10^{-7}$	250
26	— „ —	$1.5 \cdot 10^{-8}$	$1.2 \cdot 10^{-6}$	150
208	— „ —	$1.5 \cdot 10^{-8}$	$1.5 \cdot 10^{-6}$	400
205	— „ —	$2.2 \cdot 10^{-8}$	$1.6 \cdot 10^{-6}$	360
206	— „ —	$2.2 \cdot 10^{-8}$	$1.9 \cdot 10^{-6}$	400
203	— „ —	$4.6 \cdot 10^{-8}$	$2.1 \cdot 10^{-6}$	300
121	— „ —	$7.6 \cdot 10^{-8}$	$4.8 \cdot 10^{-6}$	900
202	— „ —	$4.8 \cdot 10^{-7}$	$1.8 \cdot 10^{-5}$	2 000
B. Brunnar inom det rikligt vattengivande området kring Eskilstuna.				
185	Ytbergartsgnejs	$1.5 \cdot 10^{-8}$	$8.4 \cdot 10^{-7}$	150
130	— „ —	$1.7 \cdot 10^{-7}$	$6.2 \cdot 10^{-6}$	700
204	— „ —	$5.3 \cdot 10^{-7}$	$2.5 \cdot 10^{-5}$	3 600
151	— „ —	$8.1 \cdot 10^{-7}$	$5.9 \cdot 10^{-5}$	8 500
58	Massformig granit	$1.1 \cdot 10^{-6}$	$4.0 \cdot 10^{-5}$	4 500
57a	Ytbergartsgnejs	$1.5 \cdot 10^{-6}$	$2.3 \cdot 10^{-5}$	1 600
120	— „ —	$2.5 \cdot 10^{-6}$	$7.1 \cdot 10^{-5}$	6 000
61	— „ —	$3.2 \cdot 10^{-6}$	$3.2 \cdot 10^{-4}$	20 000
57b	— „ —	$3.3 \cdot 10^{-6}$	$5.3 \cdot 10^{-5}$	1 200
184	— „ —	$4.0 \cdot 10^{-6}$	$3.8 \cdot 10^{-4}$	20 000
116	Kristallin kalksten	$5.6 \cdot 10^{-4}$	$9.9 \cdot 10^{-3}$	17 000
117	— „ —	$7.4 \cdot 10^{-4}$	$1.3 \cdot 10^{-2}$	20 000

För det rikligt givande området närmast Eskilstuna, B, (mörkgrönt på kartan) skulle det innebära att grundvatteninnehållet i genomsnitt är av storleksordningen 10 l/m^3 berg. Bergmassan inom en radie av 50 m kring en 100 m djup brunn skulle i detta fall innehålla ca $7\,800 \text{ m}^3$ grundvatten. Emellertid måste här åter påpekas

TABELL 4. Medianvärden på hydrogeologiska parametrar för bergarterna i tabell 3 jämförda med bergarter i andra områden.

Bergart, område	Permeabilitet $K, m/s$	Transmissivitet $T, m^2/s$	Magasinskoefficient S
Eskilstuna omr. A. (se tabell 3)	$1.5 \cdot 10^{-8}$	$1.4 \cdot 10^{-6}$	$3.1 \cdot 10^{-6}$
Urgranit, Uppland ¹	$6.3 \cdot 10^{-8}$	$2.8 \cdot 10^{-6}$	—
Gnejs, USA ²	$6.6 \cdot 10^{-7}$	$2.5 \cdot 10^{-5}$	$7.6 \cdot 10^{-4}$
Eskilstuna omr. B.	$2.0 \cdot 10^{-6}$	$5.6 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-2}$
Visingsösandsten, Vätternomr. ¹	$2.0 \cdot 10^{-6}$	$9.1 \cdot 10^{-5}$	—

¹ Enligt Carlsson och Carlstedt (1976).² Enligt Rasmussen (1964).

att dessa siffror är mycket osäkra, dels på grund av relativt osäkra beräkningsmetoder, dels, men inte minst på grund av att grundvattnet uppträder på ett mycket oregelbundet sätt i små och stora sprickor på varierande nivå under markytan. Siffrorna får ses som ett första försök att uppskatta grundvatteninnehållet i urberget inom detta kartbladsområde.

5. Grundvattnet i jordlagren

Av

PER ENGQVIST

5.1. Allmänt

Inom kartområdet sträcker sig tre stora isälvsvlagringar i form av rullstensåsar. I västra delen av kartområdet påträffas delar av den stora Strömsholmsåsen och i öster utbreder sig ett avsnitt av Sveriges längsta ås Badelundaåsen. Mellan dessa båda mycket långsträckta åsar ligger Vallbyåsen (8 i) som är kort och ej så mäktig. Åsarna har ofta fått lokala namn. Sålunda kallas avsnittet av Strömsholmsåsen från Tumbo (7 g) och söderut även Husby-Tumboåsen. Norr om den kommunala vattentäkten vid Hällbybrunn (7 h) tillstötter en liten ås, ca 700 m lång, som går under benämningen Rakåsen (7 h). I nordvästra delen av kartbladet finns en biås i riktning nordöst. Den kallas Hornsåsen (9 f), längre norrut Lagerbergsåsen. Badelundaåsens sträckning inom kartbladet brukar allmänt kallas

Kjulaåsen (5 j). Detta namn kommer därför att användas i denna beskrivning. Ett parti kallas även Åsbyåsen (7 j). Även vattendragen har lokalnamn. Närsjöfjärden (5 g, h), Hyndevadån (5 h), Eskilstunaån (7 h) och Torshällaån (8 h) är t. ex. olika benämningar på samma vattendrag.

Rullstensåsarna avsattes subakvatiskt, dvs. under vatten utav isälvar i samband med senaste istiden, se fig. 11. Efter hand höjde sig landet ur havet och åsarna utsattes för vågornas inverkan. Stora delar av den ursprungligen avsatta åsryggen blev därvid i utsatta lägen nedbruten och omlagrad, ibland kanske helt flyttad. Flera exempel på kraftig omlagring finns på åssträckningen söder om Kjula (7 j) ned mot Ärla och kan beskådas i grustagen där, se fig. 12. I skyddade lägen blev åsarnas påverkan av vågorna endast ringa.

En samlingsbeteckning på av vågorna bearbetat åsmaterial är svallgrus. Svallgruset avlagrades i stor utsträckning ovanpå den tidigare på åsen avsatta leran. Genom förekomsten av lera, som bildar en tät botten under svallgruset, utbildas ofta en grundvattenhorisont i svallgruset. Grundvattentillgångarna i dessa avlagringar är emellertid i regel mycket begränsade. Genom att borra igenom leran kommer man i många fall ned i primärt åsmaterial, där utsikterna är betydligt större att finna mera omfattande grundvattentillgångar.

Grusexploateringen är och har varit mycket omfattande i alla tre åsarna. Större grustag vittnar om detta. Riskerna för grundvattenförorening ökar i samband med grustäkt (fig. 13.) Skillnaderna i detta avseende mellan exploaterad och icke exploaterad ås framgår av fig. 14. Figuren är en principskiss av en ås i genomskärning. Vid A infiltrerar vatten i ett av grustäkt opåverkat parti av åsen. Vattnet måste där först passera ett markskikt med växttäck. Där tar växter och djur upp vissa föroreningar och binder dem. Under detta skikt vidtar ett mäktigt lager med finkorniga jordarter med god förmåga att ytterligare rena vattnet.

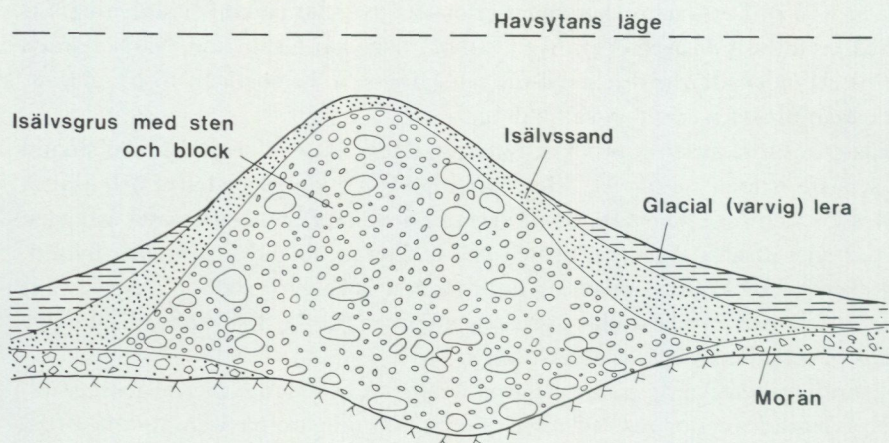
En tätande lerhorisont bidrar ytterligare till att förorenat vatten förhindras att nå ned till det primära grundvattnet i åsen. Vid B visas förhållandena i en central del av åsen där grustäkt ägt rum. Markskiktet med vegetation saknas här helt och hållet och avståndet mellan markytan och grundvattenytan (Gvy) är kort. Detta medför att reningen blir dålig. I den centrala delen av åsen saknas ofta ett skyddande lertäck. Där är också jordarterna betydligt grövre, vilket medför sämre förmåga att rena vatten. Tidigare var det vanligt att man förlade olika mer eller mindre miljöfarliga aktiviteter till grustagsbottnarna. Där fanns ofta saltupplag och soptippar m. m. Numera är detta mindre vanligt.

Man får dock inte nonchalera föroreningsriskerna i samband med själva grustäktsverksamheten.

5.1.1. Principer för beräkning av grundvattentillgångar i åsar

Om man skall försöka ange en ås' förmåga att avge vatten kan det vara praktiskt att använda ett mått på grundvattentillgångarna i förhållande till åsens längd.

A. Strax efter åsbildning



Landhöjningsskede
med intensiv svallning

B. I dag

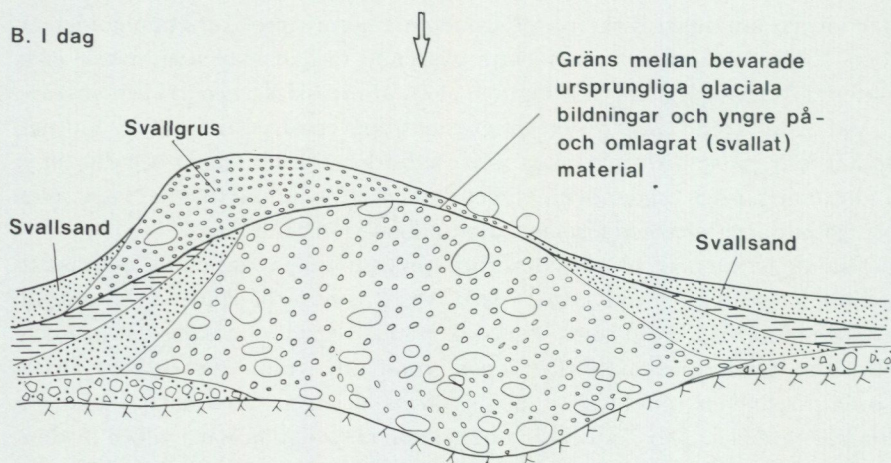


Fig. 11. Isälvsavlagring (rullstensås). A, före bearbetning av vågor, d.v.s. osvallad ås; B, efter bearbetning av vågor, d.v.s. svallad ås. Efter S. Modig.

Glaciofluvial deposit (esker). A, before wave washing; B, after wave washing. After S. Modig.

Man kan till exempel ange grundvattentillgången i 1/s per km ås. Med grundvattentillgång avses i detta sammanhang storleksordningen av ett grundvattenmagasins kontinuerliga produktionskapacitet, dvs. det naturliga grundvattentillskottet till magasinet. Ett grundvattenmagasin är en grundvattenförande geologisk bildning, som är avgränsad på ett sådant sätt att det kan betraktas som en hydraulisk



Fig. 12. Svallad, omlagrad rullstensås. Bilden tagen i ett grustag mellan Mon och Åsen (5j). Lägg märke till lagret med varvig lera (2), som skiljer överlagrande svallat material (3) från underliggande icke svallat material (1).

Wave washed esker. Notice the varved clay (2) separating the overlying wave washed material (3) from the underlying primary esker material (1). Foto L. Linde 1972.



Fig. 13. Hårt exploaterat avsnitt av Kjulaåsen nordöst om Dammsäng (6j).

Intensely exploited part of the esker Kjulaåsen north-west of Dammsäng (6j).

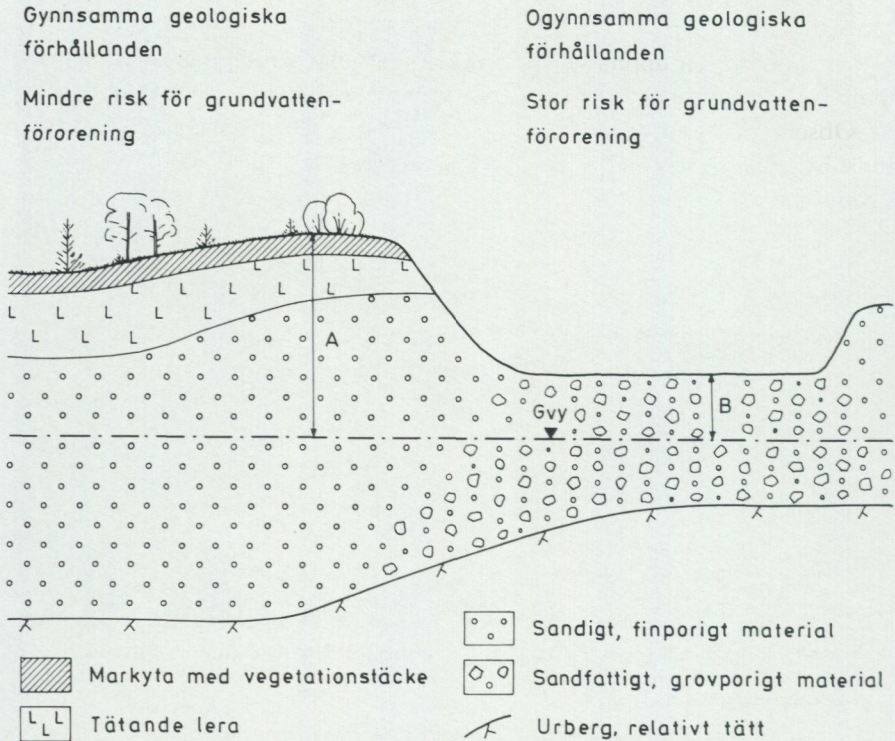


Fig. 14. Miljöaspekter på grusbrytningens inverkan på grundvattnets kvalitet.

Environmental aspects on mining of sand and gravel and its consequences of groundwater quality.

enhet, t. ex. en del av en isälvsavlagring. Med erfarenhet från provpumpningar m. m. kan man grovt räkna med att kunna ta ut cirka 3—4 l/s per km ås när det gäller mellansvenska åsar av samma typ som finns på detta kartblad. Inom områden med lerterräng kan denna siffra i många fall ökas väsentligt, eftersom man vid pumpning åstadkommer en dränering av omgivande terräng. Beträffande åsar som ej kan påräkna något tillskott från sidorna, det vill säga läckande åsar och sådana åsar som gränsar mot berg eller morän där tillskottet är mycket begränsat, måste motsvarande värden minskas i motsvarande grad. Detta förhållande har varit ett av skälen till att åsarnas närmaste omgivning har redovisats på den hydrogeologiska kartan Eskilstuna NO. Vid bedömningen av grundvattentillgångarna i åsarna har i första hand använts tillgängliga resultat från olika provpumpningar. I de fall där sådana uppgifter har saknats har åsarnas grundvattentillgång uppskattats enligt det ovan beskrivna förfarings sättet. Beräkningarna avser år med normala nederbördsförhållanden och ej extrema år.

5.1.2. Grundvattennivåer i åsar

Grundvattennivåer har uppmätts i ett antal brunnar och rör längs åsarna. Genom avvägning av observationsplatserna har nivåerna kunnat relateras till höjden över havet. Observationsplatsernas lägen framgår av fig. 15. I denna beskrivning används beteckningarna primär och sekundär för att beteckna olika typer av grundvattennivåer i åsarna. Fig. 16 visar bl. a. skillnaderna mellan dessa båda begrepp. I brunnarna A, C och D kommer grundvattnet från den ursprungliga, osvallade åsen. Här är det fråga om primärt grundvatten. Brunnen B däremot får sitt vatten från avlagringen med svallsand som vilar ovanpå den varviga leran. Därför kallas detta för sekundärt. A och B är brunnar i öppna akviferer (grundvattenförande geologiska bildningar). C och D är nedförda i slutna akviferer. I brunnen D är grundvattnets tryckyta belägen ovanför markytan. Detta medför att grundvattnet flödar över.

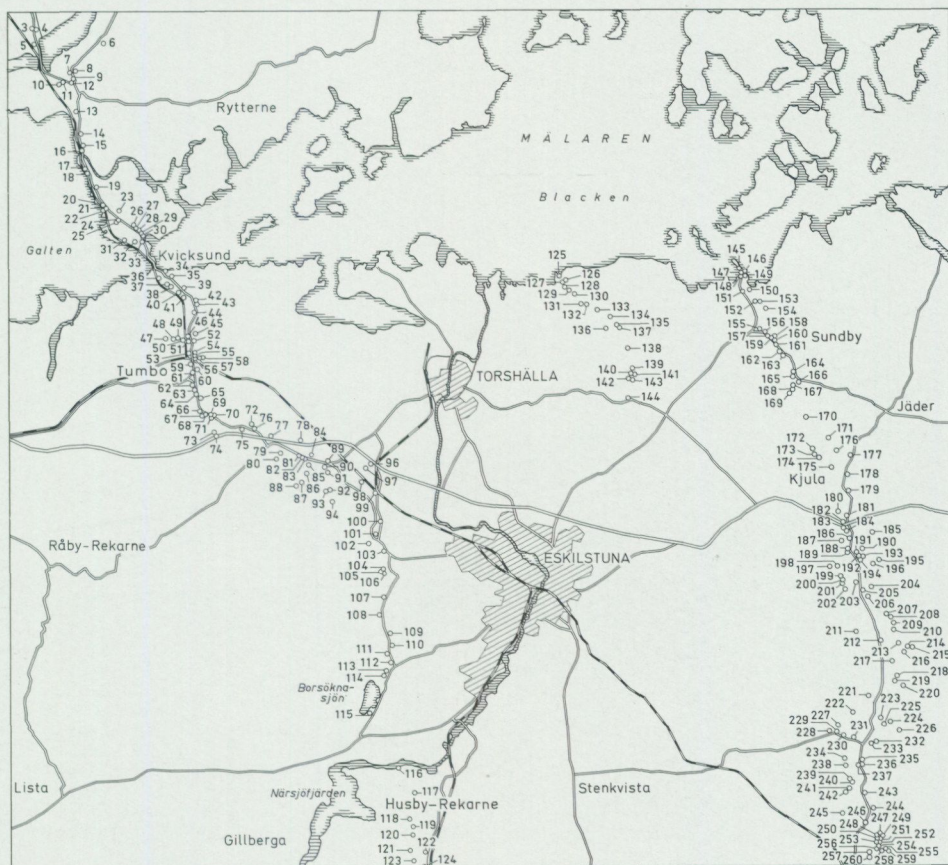


Fig. 15. Observationspunkter för grundvatten i de kvartära avlagringarna.

Observations points for groundwater in the Quaternary deposits.

Det kan ibland vara svårt att avgöra om en påträffad grundvattennivå är från en primär eller sekundär akvifer. Därför måste varje brunn, i vilken man mätt grundvattennivån, granskas på olika sätt. Ett sätt är att rita profiler över grundvattennivåerna. Fig. 18 och 19 visar grundvattennivåerna m. m. längs de båda stora åsarna på kartan. Profilernas lägen framgår av fig. 17. För Strömsholmsåsen slutar profilen vid Kvicksund (8 f). Norr om Kvicksund har nämligen grundvattnet i åsen i huvudsak samma nivå som Mälarens yta. Därför har dessa avsnitt inte medtagits vid upprättandet av profilerna. Någon profil över Vallbyåsen (7:8) har inte ritats. I profilerna på fig. 18 och 19 har de primära grundvattenytorna markerats med fyllda cirklar och de sekundära med ofyllda. Även markytans och brunnbottnens nivå för de olika brunnarna har ritats in liksom grundvattendelare. Ofyllda pilar visar grundvattnets huvudströmningsriktningar. T och V betecknar att tritiumbestämning respektive vattenanalys har utförts.

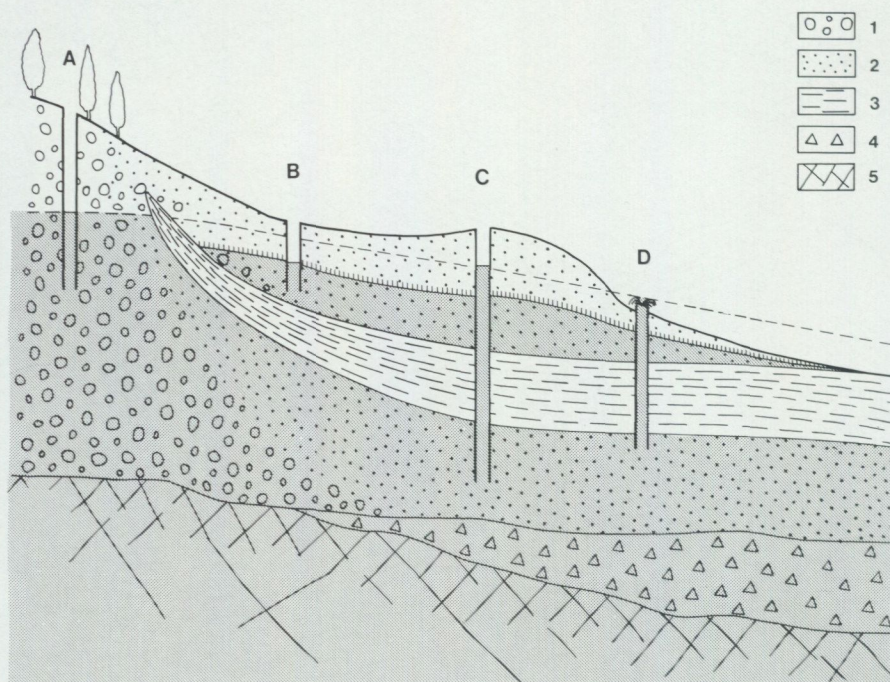


Fig. 16. Olika typer av grundvatten och grundvattennivåer i en rullstensås. Principskiss.

1. grus (*gravel*) 2. sand (*sand*) 3. varvig lera (*varved clay*) 4. morän (*till*) 5. urberg (*bedrock*).

Schematic profile showing different kinds of groundwater and groundwater levels in an esker.

5.2. Grundvattnet i Strömsholmsåsen

5.2.1. Hornsåsen

Från Horn (9 f) sträcker sig mot nordöst en ganska smal och hög biås till Strömsholmsåsen. Den kallas omväxlande Hornsåsen (9 f) eller Lagerbergsåsen. Utanför kartområdet har den ytterligare andra namn. Åsen når upp till ca 30 m ö. h. och ca 10 m över omgivande terräng. Den del av åsen som omfattas av kartbladet är omkring 3 km lång. Materialsammansättningen i åsen är på sina håll sådan att borrning och rördrivning är mycket vanskelig att genomföra. Åsen vilar på ett högt underlag, vilket medför att de vattenförande lagren är tunna. Möjligheterna att utvinna större mängder vatten är därför begränsade. Bristen på tillgängliga brunnar och observationsrör har medfört att grundvattennivåkurvor

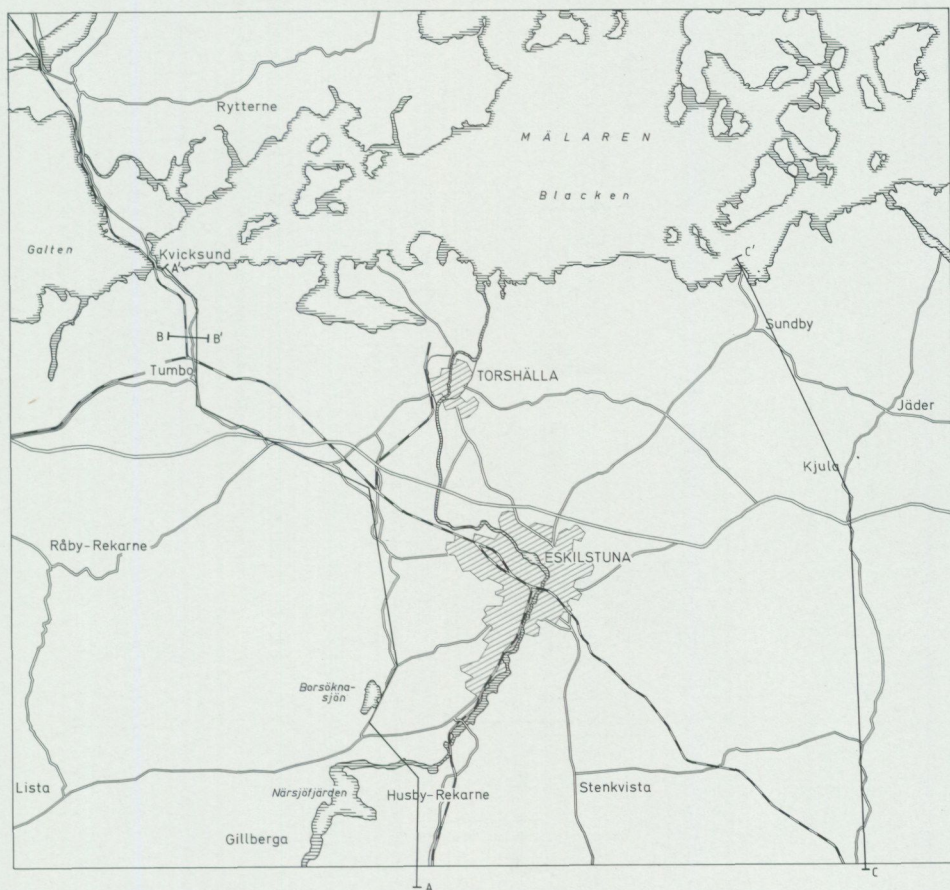


Fig. 17. Karta över de olika profilernas lägen.

Map showing the situation of the different sections.

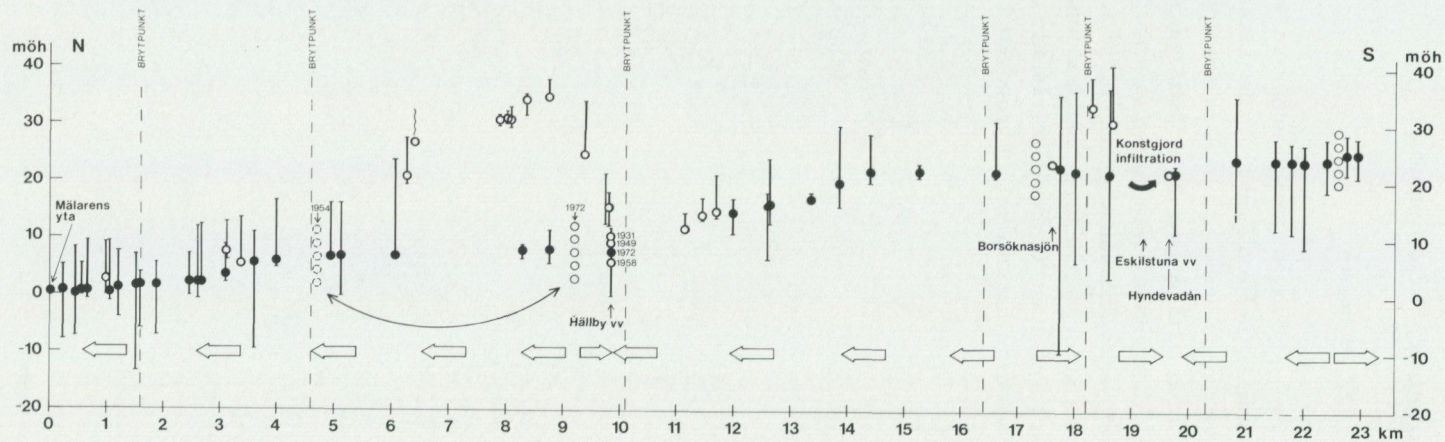


Fig. 18. Profil A—A' längs Strömsholmsåsen. Profilens läge framgår av fig. 17.

Section A—A' along the esker Strömsholmsåsen. The situation of the section is shown in Fig. 17.

ej kunnat markeras på kartan samt att grundvattendelarens exakta läge är osäkert. Från en grundvattendelare vid Hornsvik (9 f) strömmar emellertid vattnet dels mot nordöst och dels mot sydväst.

5.2.2. Strömsholm—Mellansunden

Vid slussarna i Strömsholms kanal (9 f) finns en berggrundsbedingad grundvattendelare i Strömsholmsåsen. Söder om denna är grundvattenytan i den upp till 20 m höga åsen i stort sett belägen i nivå med Mälarens vattenyta. Rördrivning vid Pliggebo (ej utsatt på kartan), 1 km norr om broarna vid Borgåsund (9 f), visar att det vattenförande lagret där har en mäktighet av ca 15 m. Inom sträckan från kartgränsen till ovannämnda broar bedöms vattentillgångarna i åsen till omkring 5 l/s. Vid mera omfattande vattenuttag kan inte infiltration av sjövattnet uteslutas. Från Borgåsund (9 f) till Mellansunden (9 f) förefaller det vattenförande lagret i åsen vara relativt tunt.

Dock har det vattenförande lagrets mäktighet 400 m söder om landsvägskorsningen vid Horn (9 f) uppmätts till drygt 7 m. Vattentillgångarna på denna sträcka bedöms vara ungefär 5—10 l/s. Vattnet i åsen utnyttjas idag enbart av enskilda förbrukare. Grundvattennivån i åsen överensstämmer i stort med Mälarens vattennivå. Någon påvisbar permanent riktning av grundvattenströmmen har således inte kunnat erhållas.

Höga halter av arsenik, krom och koppar har uppmätts i grundvattnet inom ett område väster om åsen, cirka 100 m söder om Strömsholms numera nedlagda järnvägsstation (9 f), där ett impregneringsverk tidigare var i verksamhet. År 1966 insjuknade tre ungdjur och självdog efter att ha betat i det sankta gyttjelerområdet väster om industritomten. Undersökningar utförda av SGU har visat att området omedelbart väster om impregneringsverket fortfarande, 1980, bör betecknas som olämplig betesmark. I ett övre grundvattenlager har i närheten av impregneringsverket höga halter av arsenik (15 000 $\mu\text{g}/\text{l}$), krom (20 000 $\mu\text{g}/\text{l}$) och koppar (1 800 $\mu\text{g}/\text{l}$) uppmätts. I det undre skyddsvärda grundvattenmagasinet har man däremot inte funnit några föroreningar. För övrigt gäller att vägar, bebyggelse och grustäkt utgör potentiella föroreningsrisker för grundvattnet i åsen.

5.2.3. Lillön—Kvicksund

Åsen är på Lillön (9 f) låg och smal. Den blir bredare och betydligt högre på Nyckelön (8 f). I de centrala delarna av denna ö når åsen upp till ca 25 m ö. h. Materialet i åsen är i stor utsträckning sandigt. På båda sidor om åsen förekommer berghällar i dagen. Omkring dessa påträffas högt beläget sekundärt grundvatten. Primärt grundvatten med grundvattenytan praktiskt taget i Mälarens nivå

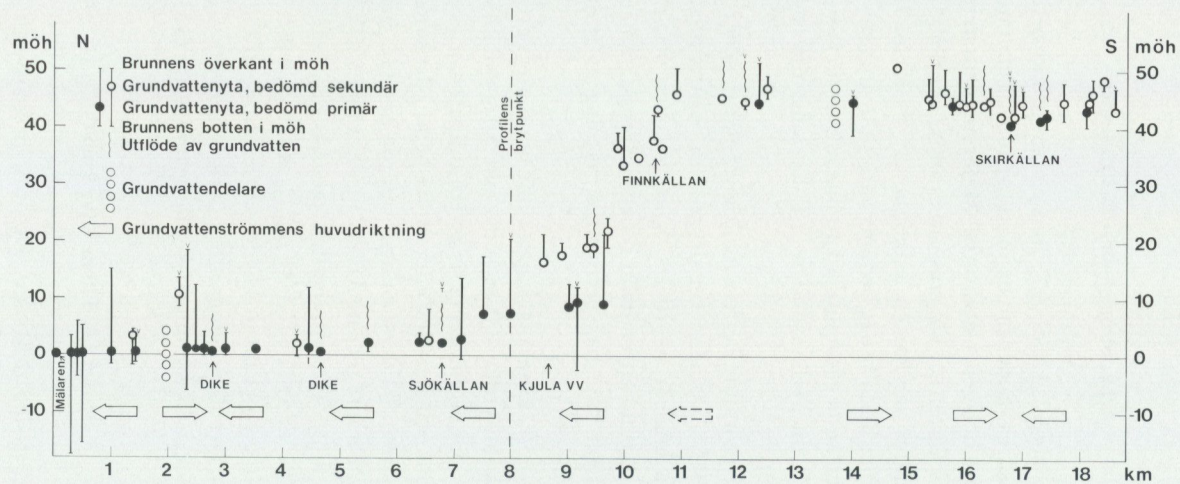


Fig.19 Profil längs Kjulaåsen. Profilens läge framgår av fig. 17.

Section along the esker Kjulaåsen. The situation of the section is shown in Fig. 17.

förekommer i de centrala delarna av åsen. De flesta brunnarna når ej djupare ned än ca 3 m ö. h. Grundvattenytan är flack i själva åsen och någon klar strömningsbild har ej erhållits av tillgängliga data. Vattnets kvalitet avviker ej från åsvatten i allmänhet. Livlig trafik samt tät bebyggelse utgör potentiella föroreningsrisker för grundvattnet i åsen. Beräknad uttagsmöjlighet för hela denna åssträcka är ca 10 l/s. Grundvattnet i åsen utnyttjas idag av enskilda fastigheter med ett flertal separata brunnar. En gemensam anläggning för ett tiotal villor är belägen 500 m sydöst om Sanda hållplats (8 f). Vid provpumpning där tog man ut 2 l/s. I brunnar i närheten av Mälaren kan vid större uttag indragning av sjövattnet ej uteslutas.

5.2.4. Kvicksund—Borsökna

På sträckan Kvicksund—Borsökna strömmade ursprungligen grundvattnet från en grundvattendelare vid Borsökna sjön (5 h) i en sammanhängande ström i åsen ned mot Mälaren, se fig. 15. Hällby samhälle (7 h) har länge tagit sitt vatten ur denna ström. Under åren 1933—1969 tog även Torshälla (7 h) sitt vatten här. Uttaget vid Hällby innebar att grundvattenytan kom att sänkas runt uttagsplatsen. Därigenom förändrades den ursprungliga strömningsbilden. I och med att en sänkningsträtt bildades runt uttagsplatsen ändrades grundvattnets riktning och en grundvattendelare uppstod i åsen nordväst om uttagsplatsen. Ju större grundvattenuttagen blev, desto längre åt nordväst flyttades grundvattendelaren. År 1954 befann sig grundvattendelaren 5 km nordväst om vattentäkten vid Hällby. När Torshälla upphörde med sitt uttag och övergick till en ytvattentäkt vid Torshällahuvud (8 h) intill Mälaren, började grundvattendelaren vandra tillbaka i riktning mot Hällby. 1972 befann den sig mindre än 500 m från brunnen.

Norr om Hällby ligger en biås kallad Rakåsen. (7 h). Denna ås tillför inte huvudåsen någon större mängd vatten, men har ett visst intresse för skyddet av vattentäkten. Den södra grundvattendelarens läge vid Tacktorpsjön (6 h) påverkas inte av grundvattenuttagen vid Hällby. Provpumpningar visar att man bör kunna ta ut omkring 26 l/s vid Hällby vattentäkt (7 h). Vattentäkten är nu reservvattentäkt. Undersökningar pågår för att utröna möjligheterna att i framtiden kunna utnyttja vattentäkten för uttag av grundvattenenergi för uppvärmning av bostäder. Vattentäkten har fastställt skyddsområde.

Cirka 3 km söder om Mälarens strand vid Tumbo (7 g) sänker sig grundvattenytan några meter på en relativt kort sträcka. Detta fall inträffar i höjd med en tektoniskt betingad struktur i terrängen.

Omkring 750 m norr om Tumbo kyrka (7 g) drevs några rör i samband med kartframställningen för att visa grundvattensituationen tvärs igenom en ås. Resultatet av undersökningen redovisas i fig. 20. Profilen visar att åsen i detta avsnitt är något dränerande.

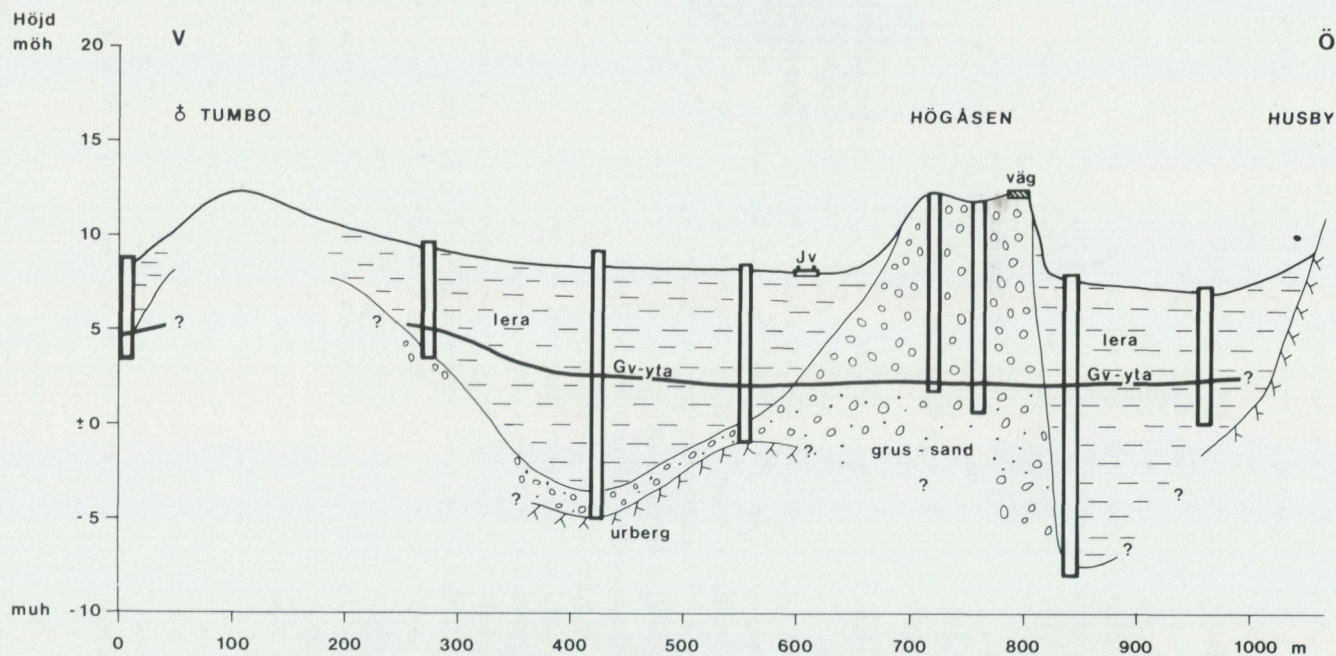


Fig. 20. Tvärprofil genom Strömsholmsåsen vid Högåsen. Tumbo (8g). Profilens läge framgår av fig. 17.
 Cross section of the esker Strömsholmsåsen at Högåsen, Tumbo (8g). The situation of the section is shown in Fig. 17.

Kvicksunds vattentäkt är belägen vid Borgtorp (6 g). Den har fastställt skyddsområde. Vattentäkten gav vid provpumpning inte fullt 25 l/s. Se tabell 7 analys nr 7. Till Kvicksunds vattentäkt är 400 personer anslutna. Väg 58 passerar cirka 300 m från vattentäkten. Trafikbelastningen är omkring 3 000 fordon/dygn. Risken för förorening av vattentäkten genom vägtrafik bedöms vara måttlig.

För stora delar av åsen gäller att aktiviteter i samband med grustäkt kan innebära risker för grundvattenförorening.

Fig. 21 visar grustäkt under grundvattenytan i grustaget vid Folkesta (7 g).

5.2.5. Borsökna—Hyndeved

Från Hyndevedsåsån (5 h) går åsen ca 1.5 km i nordvästlig riktning för att därefter tvärt ändra riktning mot nordöst till i höjd med Borsökna sjön (5 h). Därifrån är åsens riktning i stort sett nordlig ända fram till Hällby (7 h). Söderut från Borsökna sjön, ned till vägen som går mellan Eskilstuna och Katrineholm, har stora delar av den tidigare mäktiga åsen försvunnit som en följd av intensiv grustäkt. Söder om vägen finns åsen kvar. Ur denna har sedan 1915 Eskilstuna tagit sitt dricksvatten. Från början var det en kombination av yt- och grundvattentäkt, där ytvattnet togs från Hyndevedsåsån (5 h) och grundvattnet från åsen. Ett nytt vattenverk anlades år 1949 på samma plats som det tidigare. Det nya verket tar grundvatten ur åsen. Grundvattnet förstärks genom konstgjord infiltration.

Vatten från Hyndevedsåsån används för infiltration på så sätt att vattnet efter att ha passerat mikrosil och snabbfilter pumpas till någon av de fem infiltrationsbassängerna som anlagts på åsen, se fig. 22. Från bassängerna sjunker vattnet genom åsen cirka 25 m tills det förenar sig med den naturliga grundvattenströmmen. Under sin väg ned genom åsen renas vattnet i åsens sand- och gruslager. Se tabell 7, analyserna 3—5. Det rena vattnet pumpas upp i 2 sänkbrunnar och 7 rörbrunnar som är belägna cirka 500 m från infiltrationsbassängerna. När vattnet strömmar fram i åsen får det en önskvärd temperatur som är betydligt jämnare under året än åvattnets. Efter luftning och filtrering tillsätts klor och kalk innan vattnet är färdigt för distribution till konsumenterna i Eskilstuna.

Vattenverket levererade år 1980 11.4 milj. m³ vatten, varav 1.3 milj. m³ utgjordes av grundvatten.

Trafiken på väg 230 utgör en mycket stor risk för förorening av vattentäkten. Trafikbelastningen är cirka 4 000 fordon/dygn. Trafik med miljöfarlig last bör undvika vägsträckan förbi vattentäktområdet. Vattenuttaget i åsen vid Hyndeved påverkar även grundvattennivån i åsavsnittet söder om Hyndevedsåsån.



Fig. 21. Grusbrytning under grundvattenytan i Strömsholmsåsen vid Folkesta (7g). Foto P. Engqvist.
Gravel mining under groundwater level in the esker Strömsholmsåsen at Folkesta (7g).

5.2.6. Hyndevad—Hållsta

Söder om Hyndevadsån (5 h) fortsätter åsen ytterligare ca 3 km inom kartans område. Åsen omges här av lera som på sina håll är täckt av ett tunt torvlager. Från en berggrundsbedingad grundvattendelare vid Hållsta (5 h) stationssamhälle strömmar vattnet norrut mot Hyndevadsån. Inom denna sträcka av åsen påverkas grundvattnet av uttagen vid Eskilstuna vattenverk beläget omedelbart norr om Hyndevadsån. Vid grundvattendelaren vid Hållsta är det en nivåskillnad på ett par meter mellan den nordliga lägre och den sydliga högre belägna grundvattenströmmen, se fig. 18. I den sistnämnda strömmen rinner grundvattnet mot sydöst ned mot Lundbysjön. Lundbysjön återfinns utanför denna karta, ca 3 km sydöst om Hållsta. I det södra grundvattenområdet tar Hållsta samhälle sitt vatten. För båda grundvattenområdena gäller att både bebyggelse och stora grustäkter utgör potentiella risker för grundvattenförorening i åsen.

5.3. Grundvattnet i Vallbyåsen

Vallbyåsen (8 i) sträcker sig från Mälaren i norr till trakten av Vallby kyrka (7 i) i söder och kan följas omkring 4 km. Norr om Hyggeby (8 i) är den samman-



Fig. 22. Infiltrationsbassäng vid Eskilstuna vattenverk i Hyndevad (5h). Foto C.-F. Müllern.

Infiltration basin at the water work of Eskilstuna at Hyndevad (5h).

hängande, medan den söder därom uppträder som kullar som dyker upp ur den omgivande lerslätten. Säkra spår av åsen har påträffats 750 m SSV om Vallby kyrka (7 i). Trots sin ringa utsträckning når Vallbyåsen på sina håll högt ovanför omgivande terräng, delvis beroende på att åsen vilar på relativt högt beläget bergunderlag. Ur grundvattensynpunkt innebär detta att det grundvattenförande lagret i dessa avsnitt av åsen är begränsat. I höjd med Kullersta (8 i) strömmar grundvattnet med huvudriktning mot söder. Ett läckage till bäcken 500 m norr om Vallby kyrka har iakttagits. Norr om Kullersta är grundvattenströmmen riktad norrut mot Mälaren. Där strömmar vattnet i stor utsträckning i svallgrusavlagringar. I dessa, ca 100 m söder om Mälarens strand, har källor med järnrikt vatten påträffats. Förutom enskilda gårdsbrunnar finns även en för en skola och några gårdar gemensam vattentäkt. Denna är anlagd norr om landsvägen ca 700 m SSV om Vallby kyrka. Den för hela åsen uppskattade grundvattentillgången är ca 10 l/s.

5.4. Grundvattnet i Kjulaåsen

5.4.1. Mälaren—Kafjärdsgraven

Vid Sundbyholm (8 j) sänker sig den nästan 40 m höga åsen under Mälarens yta.

Som öar i Mälaren kan åsen följas vidare mot norr, t. ex. Räfsgarn (8 j), Bänkklandet (8 j), Grävlingen (9 i), Högholmen (9 i) och Flaten (9 i). Dessa öar har inte varit föremål för några undersökningar i samband med framställningen av denna karta. Betydande grundvattenmängder bör emellertid kunna utvinnas där.

Cirka 200 m norr om Sundby kyrka (8 j) ligger en grundvattendelare som delar grundvattnet i dels en nordlig ström riktad mot Mälaren, dels en sydlig mot Kafjärdsgraven (7 j), se fig. 16.

I den nordliga strömmen är Sundbyholms vattentäkt (8 j) belägen. Den förser Sundbyholms slott och omkringliggande fritidsbebyggelse med vatten. I förundersökningarna för projekteringen av vattentäkten anges efter provpumpning att mer än 10 l/s bör kunna tas ut. Pumpningen skedde ur rör försedda med perforerade spetsar. Behovet beräknades då, 1969, till cirka 4 l/s. Grundvattennivån i åsen influeras sannolikt av nivåförändringar i Mälaren. Någon koncentrerad utläckning från åsen till Mälaren har inte påträffats men kan inte uteslutas. Vattnet i åsen är av tillfredsställande kvalitet. Se tabell 7, analys nr 8.

Grundvattnet i den mot söder riktade strömmen läcker ut i Kafjärdsgraven (7 j) cirka 500 m sydöst om Sundby kyrka (8 j). Vattentillgångarna är små inom detta avsnitt av åsen.

5.4.2. Kafjärdsgraven—Kjula kyrka

Åsavsnittet söder om Kafjärdsgraven (7 j) kallas Åsbyåsen (7 j). Här står grundvattenytan i själva åsen högre än i omgivande lerterräng. I södra delen av denna ås läcker grundvatten ut till ett större dike. Sannolikt strömmar huvuddelen av grundvattnet norrut i lagren under leran väster om själva åsen. Vid bron över Kafjärdsgraven kan man iaktta läckage av grundvatten. Som en följd av de topografiska förhållandena är grundvattentillgångarna mycket begränsade i Åsbyåsen (7 j). Sannolikt är möjligheterna att finna vatten större i anslutning till åsens västra delar. Vattnets kvalitet kan dock vara minde bra där.

I höjd med Jäders kyrka (7 a) sticker en liten åskulle upp ur leran. Den har en vacker utbildning och är klassad som naturvårdsområde. Vid höga grundvattensstånd strömmar grundvatten ut från en källa i åsens norra del. En källa som ständigt ger stora mängder vatten är den s. k. Sjökällan (7 j) som ligger cirka 700 m norr om Kjula kyrka (7 j) ute i ett lerområde. Vattnet i den närbelägna åsen står under tryck och har antagligen i ganska sen tid kunnat finna en väg ut genom leran. Källan saknas på de tidigare utgivna geologiska kartorna. Se fig. 23 och avsnitt 7, källor.

Det är svårt att bedöma åsens grundvattentillgångar på sträckan Kafjärdsgraven (7 j)—Kjula kyrka (7 j). En grov uppskattning ger en vattentillgång av cirka 10 l/s. Föroreningsrisker på detta avsnitt är framför allt jordbrukets spridning av bekämpningsmedel och gödsel.



Fig. 23. Sjököllan (7j). Foto P. Engqvist.

The spring Sjököllan (7j).



Fig. 24. Vattenverket i Kjula (7j). Foto P. Engqvist.

Water work at Kjula (7j).

5.4.3. Kjula kyrka—Asplund

Vattenförsöjningen för det centrala bebyggelseområdet i Kjula sker från en grundvattentäkt, fig. 24, belägen cirka 1,3 km söder om Kjula kyrka (7 j). Anslutningen uppgår till cirka 900 personer. Provpumpning av brunnar anlagda i åsen visar att den uttagbara vattenmängden uppgår till minst 12 l/s. Se tabell 7, analys nr 6. Flera olika grundvattenytor förekommer inom området.

Europaväg 3 (E 3) passerar genom åsen cirka 250 m söder om vattentäkten. Trafikbelastningen uppgår till cirka 10 000 fordon/dygn. Grundvattenytan ligger där cirka 10 m under markytan. Väg 958 passerar 70 m från vattentäkten. Trafikbelastningen är där cirka 500 fordon/dygn. Denna vägs fortsättning, väg 899 förbi bl. a. Eskilstuna flygfält, belastas med cirka 1 000 fordon/dygn. Korsningen vid E3 med påfart från tätorten och flygfältet (vägarna 958 och 899) torde vara det största riskmomentet för vattentäkten. Risken för förorening av vattentäkten genom vägtrafik får betecknas som stor.

Cirka 150 m väster om vattentäkten ligger ett 1964 avslutat upplag för i huvudsak hushållsavfall. Området är godtagbart återställt och bedöms inte förorsaka någon negativ påverkan på omgivningen.

Cirka 1 km söder om väg E3 ligger grundvattenytan mellan 9 och 10 m ö. h. Söder därom har någon primär grundvattenyta inte kunnat återfinnas, varken i neddrivna rör eller i bottarna i de stora grustagen, se fig. 19. Med tanke på de goda infiltrationsförhållanden som råder där borde grundvatten finnas. En förklaring till att det saknas kan vara att åsmaterialet vilar på ett kraftigt sluttande bergunderlag. Därigenom kommer allt vatten att snabbt strömma bort genom det här mycket permeabla åsmaterialet. Inom detta parti av åsen kan man vänta att berggrunden är uppsprucken eftersom detta indikerats i de seismiska undersökningarna. Det kan därför inte uteslutas att vattnet kan dräneras i sprickor i berggrunden.

Inom det på kartan som "avlagring med begränsade möjligheter till grundvattenuttag" markerade området av åsen finns på många håll grundvatten i svallgrusbildningarna. I grustagsskärningarna kan man se hur åsens sidor täcks av lera, se fig. 12. Ovanpå lerlagret vilar ofta ett mer eller mindre mäktigt lager av svallgrus. I detta utbildas inte sällan en övre grundvattenhorisont. Grundvattentillgången i denna är i regel begränsad men kan räcka för att täcka mindre vattenbehov. På andra håll kan man ofta nå primärt grundvatten om man går vidare genom lerlagret ned i underliggande åsmaterial. Inom det här behandlade området har dock försök att erhålla vatten ur åsen misslyckats. På en fastighet ca 500 m väster om Karlslund (6 a) påträffades inte primärt grundvatten trots att man borrade ca 30 m genom åsmaterial ända ned till berg. För att klara vattenbehovet fick man ta vattnet ur svallgrusavlagringen som vilade ovanpå åsen.

Profilen i fig. 19 visar att någon säkert bestämd primär grundvattenyta inte har

påträffats på en sträcka av drygt 2 km. Även söder om det här aktuella området har det varit svårt att urskilja någon primär grundvattenyta. Detta torde delvis bero på att primära och sekundära ytor inom detta avsnitt ligger på ungefär samma nivå. Dessutom har observationsmaterialet varit litet, till viss del beroende på att åsen här består av mycket grovt svårforcerat material, och med på sina håll stora avstånd mellan markyta och grundvattenyta. Detta har medfört att det varit svårt att få information från brunnar och observationsrör.

För att ändå få en uppfattning om förhållandena har några seismiska profiler utförts inom området. Genom områdets komplexa geologi har utvärderingen varit svår. Olika tolkningar av de enskilda profilerna har presenterats, både vad gäller grundvattentytans som berggrundsytans nivåer. Låga hastigheter på vissa avsnitt tyder på att berggrunden är sprucken. Om sprickorna för vatten eller ej kan dock inte utläsas av framtagna data.

5.4.4. Asplund—Mortorp

Genom Skirkällan (5 j) sker den största utströmningen av grundvatten från den södra delen av Kjulaåsen. Kapacitetsmätningar som utförts i slutet av juni 1974 visar att Skirkällan då lämnade ca 20 l/s. Detta vatten härrör med största sannolikhet från åsavsnitten både norr och söder om själva källan. Flera mindre källor och utläckningar avbördar sitt vatten till olika bäckar och diken såväl väster som öster om själva åsen. Detta vatten kommer i huvudsak från de svallgrusavlagringar som vilar ovanpå leran, vilken täcker sidorna av åsen.

I Skirkällan är det emellertid fråga om primärt åsvatten. Vägen över åsen till Skirkällan går fram i en utpräglad svacka i åsen. Norr om denna är åsmaterialet kraftigt bearbetat av vågorna. Man kan på goda grunder anta att större delen av åsen här genom omlagringen kommit att förflyttas västerut. Den primära, ursprungliga åsen var troligen belägen öster om det nuvarande krönet. Detta bör beaktas vid en eventuell exploatering av grundvattnet i åsen. I den östra delen av åsen i närheten av Ribbingelunds sjukhus (5 a) har höga berglägen konstaterats genom borrhning. Livlig trafik på vägen som löper längs åsen samt aktiviteter i anslutning till Eskilstuna flygfält kan utgöra risk för grundvattenförorening.

5.5. Grundvattnet i övriga jordarter

5.5.1. Jordarter under lera

På många håll finns det i regel, vilande på morän eller berg, ett tunt sand- och gruslager under leravlagringar. Ur sådana sand- eller gruslager kan man under

gynnsamma betingelser pumpa upp vatten. Dessa lager utgörs till stor del av den glaciala lerans bottenvarv. Genom att överlagrande lera dämmer upp vattnet råder ofta artesiska förhållanden i dessa lager. Enklaste sättet att utvinna vatten ur lager under mäktiga lerlager är att driva ned rör försedda med perforerade spetsar. För finkornigare material finns speciella filterspetsar. Genom att bygga en ringbrunn kan man öka diametern och därmed brunnens inströmningsarea, vilket ökar tillrinningen. Denna typ av brunn blir dyrare i förhållande till rörbrunnen om lerlagren är mäktiga. För att kunna utnyttja ett så stort tillrinningsområde som möjligt bör man placera brunnarna i lågpunkter i terrängen. För övrigt gäller att man bör söka finna ett så mäktigt sand- eller gruslager som möjligt. Detta är lättare i närheten av isälvsstråken.

Stenkvista lantmannaskola (5 i) tar vatten ur två brunnar, vilka når ned i sandlager under lera. Artesiskt grundvatten påträffas inom stora delar av Stenkvistaslätten (5 i). På sina håll ger brunnarna rikligt med vatten. På slätten runt Råby-Rekarne kyrka (6 f) ger flera brunnar i vattenförande lager under lera rikligt med vatten. Även här är vattnet inom några områden artesiskt.

5.5.2. Svallgrusavlagringar

Svallgrusbildningarna utanför åsarna har vanligen ringa mäktighet. Ibland är de så belägna att de ej når ned under den lokala grundvattennivån, vilket gör dem helt torra. I gynnsamma lägen kan emellertid även svallgruset vara vattenförande så att åtminstone mindre och lokala vattenbehov kan täckas. Genom att svallgruset saknar överlagrande täta skikt är det speciellt känsligt för föroreningar. Skyddet av vattentäkter i svallgrus kräver därför särskild uppmärksamhet. Svallgrusbildningar vid åsarna behandlas även i samband med beskrivningen av åsarna. Kvalitetsmässigt kan svallgrusvattnet jämföras med vatten från morän.

5.5.3. Morän

Större delen av kartbladsområdet intas av morän. Resten utgörs av kalt berg och sediment, mestadels leror eller isälvsavlagringar. Brunnar i morän var före bergborrningsens tillkomst det vanligaste sättet att ordna landsbygdens vattenförsörjning. I våra dagar har bergborrhade brunnar i många fall ersatt moränbrunnarna. Riktigt utförda kan emellertid moränbrunnar fortfarande i många fall utgöra ett verkligt alternativ till bergborrhade brunnar. Det fordras dock att moränavlagringen inte är alltför tunn utan är så mäktig att ett betydande vattenförande lager kan utnyttjas. Det är moränens mäktighet som är av största betydelse när det gäller att tillgodogöra sig vatten från moränbrunnar. Permeabiliteten i morän är i stort sett densamma som för urberg, 10^{-6} — 10^{-8} m/s.

För att kunna placera en brunn i moränmark på en ur alla synpunkter lämplig plats fördras i regel ingående kännedom om såväl geologiska och topografiska förhållanden som avstånd till hus och eventuella föroreningskällor. Att ange exakta lägen för moränbrunnars placering är därför omöjligt i detta sammanhang. Några allmänna synpunkter kan dock kanske vara till viss vägledning. I brunnar på höjder är ofta avståndet från markytan ned till grundvattenytan stort. Man spar därför schaktningskostnader om man placerar brunnen i lågpunkter. Men även tillgången på grundvatten blir härigenom säkrare.

Eftersom vatten i öppna akviferer strömmar från högre nivåer mot lägre, kommer grundvattenståndet att sjunka mer i höjdområden än i lågområden som ju ständigt får tillströmning av nytt grundvatten. Det vill säga att under perioder när grundvattnet får tillskott av nederbördsvatten finns det vatten i den högt såväl som den lågt belägna brunnen. Under tider med ringa eller ingen nederbörd sjunker vattnet i den högt belägna brunnen så mycket att den kan sina, medan den lägre brunnen fortfarande får ett visst tillskott genom tillströmning av grundvatten.

Det är inte bara rent vatten som söker sig till lågpunkter utan även förorenat grundvatten. Det är självklart att man av hygieniska skäl inte bör placera en brunn nedströms någon föroreningskälla, t. ex. avlopp, gödselstad, oljetank etc. Även spillvattenledningar kan genom läckage orsaka otrevliga skador på grundvattnet. Det bör kanske även påpekas att stor nivåskillnad mellan brunn och förbrukningsställe kan medföra ökade uppfodringskostnader. Med hänsyn till ovan nämnda synpunkter bör lokaliseringen av brunnar göras till lågpunkter i terrängen och uppströms föroreningskällor och på tillräckligt avstånd från dessa, så att all inströmning av förorenat vatten förhindras. Härutöver skall den del av brunnen där inströmningen skall ske placeras i så mäktiga genomträngliga lager som möjligt. Genom att täta ytlagren runt brunnen förhindrar man tillströmning av förorenat ytvatten.

Provpumpningar av moränbrunnar i Mellansverige (Engqvist och Olsson 1974) har visat att om man avsänker grundvattenytan i en brunn 1 m rinner det till ca 10—150 l/h.

5.5.4. Torvmarker

Inom kartbladet finns ett flertal mindre torvmarker. Dessa kan, när de är belägna intill åsar, påverka åsvattnets kvalitet. Om vatten från en torvmark tillåts strömma in i en ås, t. ex. genom stora vattenuttag ur denna, kan åsvattnet få sämre kvalitet. Ofta är det höga järn- och manganhalter i torvmarkernas vatten som orsakar olägenheter, t. ex. rostfläckbildning på tvättgods. Vissa typer av torvmarksvatten kan vara svåra att rena. Ur kvantitativ synpunkt är inte vattnet i

torvmarkerna någon tillgång att räkna med. Detta beror på att vattnet strömmar mycket långsamt i torven. Vid måttlig nederbörd suger torven till sig allt vatten. Vid extrem nederbörd avrinner överskottsvattnet omedelbart efter det torvmarken blivit mättad. Vattnet i torvmarkerna är därför mycket obetydliga vattentillgångar.

6. Grundvattnets kemiska sammansättning och fysikaliska egenskaper

Av

PER ENGQVIST

6.1. Allmänt

Som tidigare nämnts bildas grundvatten genom infiltration av nederbörd. I tabell 5 visas exempel på koncentrationen av några i nederbörden förekommande ämnen. Provtagningsplatsen är nr 47, Björsund, cirka 7 km öster om Björsund (6 a), utanför denna karta. Analysresultaten är hämtade från Internationella meteorologiska institutet, IMI.

TABELL 5. Koncentrationer av några ämnen i nederbörden vid Björsund.

		1967	1968	1969
Nederbörd i mm		619	581	393
Sulfat	SO ₄ mg/l	3.39	3.03	6.08
Klorid	Cl „	0.47	0.51	0.97
Nitrat	NO ₃ „	1.11	1.02	1.81
Ammonium	NH ₄ „	0.26	0.22	0.87
Natrium	Na „	0.38	0.22	0.48
Kalium	K „	0.24	0.59	0.86
Magnesium	Mg „	0.20	0.13	0.40
Kalcium	Ca „	0.70	0.87	2.15
pH		4.6	4.8	5.6

Nederbördens kemiska sammansättning förändras när den kommer i kontakt med marken. Genom avdunstning kommer vissa ämnen att anrikas. Jämför man den potentiella årsavdunstningen, som i dessa trakter uppskattas till omkring 350—400 mm, med den normala årsnederbörden av cirka 525 mm, ser man att anrikningen bör vara av den storleksordningen att den påtagligt kan förändra sammansättningen. Framför allt för det ytliga grundvattnets sammansättning är anrikning av detta slag av betydelse. Grundvattnets slutgiltiga sammansättning är dock till största delen beroende av de biologiska markprocesserna och av jord- och bergarternas beskaffenhet.

Vatten kan betraktas som ett lösningsmedel som alltid söker nå kemisk jämvikt med sin omgivning. Sålunda löser eller faller vattnet ständigt ut ämnen när det passerar jord och berg. Hur fort den kemiska jämvikten skall uppnås beror i stor utsträckning på materialet i omgivningen. Grundvattnet kan ha olika samman-

sättning under olika tider på året beroende på skiftande nederbördsförhållanden, men även andra saker påverkar vattnets sammansättning, t. ex. förhållanden av teknisk natur.

Grundvattnets temperatur beror av värmetransport från jordens inre och av solvärme. Medan solvärmens varierar under året är värmetransporten från jordens inre praktiskt taget konstant. Ned till cirka 30 m under markytan kommer av den anledningen grundvattnets temperatur att variera under året. Under denna nivå sker inga påtagliga säsongsmässiga förändringar av temperaturen. I stället ökar temperaturen med djupet med cirka 1° för var 40—50 m.

Dagliga temperaturförändringar kan registreras inom de översta två metrarna i marken. Månatliga förändringar kan förekomma på mellan två och fem meters djup. Under femmetersnivån kan endast större årliga förändringar observeras, vanligen försvagade och tidsförskjutna. Man kan räkna med att temperaturen under sommaren för de flesta brunnarna inom kartbladet ligger mellan 6° och 7°C.

6.2. Bedömningsgrunder för vattenanalyser

I serien Meddelande från Kungl. Medicinalstyrelsen nr 122 (1967) avseende Fysikalisk-kemiska vattenundersökningar finns anvisningar om hur vatten skall bedömas ur såväl teknisk som hygienisk synpunkt. Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS (M) 1977:27, ersätter ovannämnda skrift vad beträffar fluorider. Olika bedömningsgrunder gäller för vatten underkastat kontroll enligt 32 och 33 §§ hälsovårdsstadgan och vatten för enskild förbrukning. Samma föreskrifter som angivits för vatten underkastade 32 och 33 §§ hälsovårdsstadgan tillämpas även för undersökning och bedömning av renvatten som avses i 3 och 14 §§ livsmedelsstadgan samt övrigt renvatten (dock ej renvatten för enskild förbrukning), t. ex. vatten avsett för sjukhus, ålderdomshem, skolor, barnhem och andra vårdanstalter samt för hotell och pensionat. Tabell 6 upptar några ämnen och egenskaper hos vattnet med anvisningar om rekommenderad maximal koncentration åtföljda av enkla kommentarer. De rekommenderade koncentrationerna överensstämmer i huvudsak med de gränsvärden som angetts som med tvekan tjänligt eller ur hygienisk synpunkt anmärkningsvärda i Kungl. Medicinalstyrelsens meddelande nr 122 när det gäller bedömning av vatten underkastat kontroll enligt 32 och 33 §§ hälsovårdsstadgan. Vad beträffar bedömning av vatten för enskild förbrukning gäller att man i allmänhet kan tolerera något högre halter av somliga ämnen. För utförligare besked om hur vatten skall bedömas hänvisas till ovannämnda skrifter.

TABELL 6. De av socialstyrelsen rekommenderade maximala koncentrationerna av vissa ämnen i dricksvatten.

Ämne eller egenskap	Rekommenderad maximal koncentration	Karakteristik
Färgstyrka	40 mg/l Pt	Hög färgstyrka ger vattnet ett otillfredsställande utseende och kan indikera förorening.
Permanganat-förbrukning KMnO_4	40 mg/l	Permanganatstyrkan är i regel ett mått på halten organiska ämnen i vattnet.
Ammonium NH_4	0,5 mg/l NH_4	Ammonium kan indikera förorening från exempelvis avlopp, djurstallar eller konstgödsel. Kan även förekomma normalt i vattnet och saknar då betydelse ur hygienisk synpunkt.
Specifik ledningsförmåga		Ett mått på vattnets halt av lösta mineralsalter.
pH		Ett för vattnet onormalt pH-värde kan tyda på främmande påverkan av vattentäkten. Vatten från nyanlagda brunnar kan ha höga pH-värden. I regel fordras ny kemisk och bakteriologisk undersökning i dessa fall. pH-värdet bör ligga mellan 7 och 9.5.
Totalhårdhet	100 mg/l Ca	Beror på höga halter kalcium och magnesium. Försakar ökad tvålförbrukning genom att kalktvål bildas. Vid uppvärmning av hårt vatten kan olägenheter uppstå genom avsättningar i vattenvärmare, pannor, disk- och tvättmaskiner o. d. Följande skala för vattnets hårdhet brukar användas 0— 15 mg/l Ca mycket mjukt 15— 35 mg/l Ca mjukt 35— 70 mg/l Ca medelhårt 70—150 mg/l Ca hårt över 150 mg/l Ca mycket hårt Hårdhet kan även anges i s. k. tyska hårdhetsgrader °dH.
Järn, Fe	0.4 mg/l Fe	Anmärkningsvärt höga halter försakar bruna fläckar på kläder, porslin o. d. Stora skillnader kan förekomma mellan rapporterade och verkliga koncentrationer beroende på tillskott från rör och ledningar. Koncentrationerna påverkas även av mikroorganismer. Järnhalten kan i nyanlagda brunnar vara hög.
Mangan, Mn	0.1 mg/l Mn	Samma olägenheter som vid järn.
Klorid, Cl	300 mg/l Cl	Stora mängder ger tillsammans med det natrium som finns i vattnet en salt smak.
Fluorid, F	1.5 mg/l F	Koncentrationer omkring 1 mg/l F ger skydd mot karies (tand-röta). Koncentrationer över 1.5 mg/l F kan orsaka besvär såsom fläckar på tänderna. ¹
Sulfat, SO_4	200 mg/l SO_4	Höga halter i kombination med magnesium och natrium kan verka laxerande.
Nitrat, NO_3	30 mg/l NO_3	Höga koncentrationer kan indikera föroreningar från exempelvis avlopp, djurstallar eller konstgödsel. Om nitralhalten i vattnet överstiger 50 mg/l NO_3 bör detta ej givas till barn under 1 år.
Nitrit, NO_2	0,02 mg/l NO_2	Höga koncentrationer kan indikera föroreningar från avlopp, djurstallar eller konstgödsel.
Marmoraggressiv kolsyra, CO_2		Ur halten marmoraggressiv kolsyra i förening med analysresultaten beträffande alkalitet, pH-värde och totalhårdhet kan man bedöma vattnets eventuella ledningsangripande egenskaper.

¹ Socialstyrelsen har 1977 meddelat föreskrift om att vatten med fluoridhalten 6 mg/l eller högre skall betraktas som otjänligt.

6.3. Grundvattnets kemiska sammansättning

6.3.1. Allmänt

I samband med framställningen av denna karta har resultat av mer eller mindre omfattande analyser insamlats från cirka 140 brunnar. Grundvattnet är genomgående av god kvalitet. Enstaka brunnar med förhöjda halter av fluorid och klorid har dock påträffats. I de bergborrhade brunnarna ligger pH-värdena mellan 7 och 8 pH-enheter. För jordbrunnarna ligger motsvarande värden något lägre. Några större problem med kväveföreningar har ej iakttagits. Exempel på några olika vattenanalyser finns i tabell 7.

6.3.2. Grundvatten med höga kloridhalter

Hela kartområdet har efter landisens avsmältning under någon tid varit täckt av hav. Grundvattnet var då oblandat havsvatten. När landet efterhand höjde sig över havsytan förträngdes genom nederbörden och den naturliga grundvattenströmningen saltvattnet från de övre jord- och berglagren. Detta skedde olika snabbt och till olika djup beroende på variationer i permeabilitet i jord- och berglagren och därav följande cirkulationshastighet för vattnet. Genom att grundvattnets naturliga strömning och omsättning i regel avtar med djupet och på grund av det salta vattnets högre densitet kan detta vatten, när det väl trängt in i berggrunden, kvarstå i berget under långa tider. Riskerna för att påträffa salt vatten ökar ju djupare man borrar. De flesta brunnar med salt vatten har borrats djupare än 50 m med ett undantag. Det var en brunn som borrats endast 38 m.

Salt vatten som påträffas kvarstående i berggrunden brukar med modern terminologi i Sverige kallas relict vatten. Tidigare användes ofta uttrycket fossilt salt vatten för samma företeelse. En karta över brunnar från vilka vattnets halt av klorid bestämts finns i fig. 25. Ur teknisk synpunkt anmärkningvärt vatten, det vill säga med kloridhalter mellan 100 och 300 mg/1 Cl, har markerats liksom vatten med halter över 300 mg/1 Cl. Det senare värdet anses motsvara gränsen för att man skall kunna känna att vattnet smakar salt.

Högsta uppmätta värdet i denna undersökning var 2 600 mg/1 Cl. Värdet uppmättes i en brunn vid Askholmen på Tidö—Lindö (9 i).

Fig. 26 är ett försök att framställa en riskkarta för saltvatten. Inom de streckade områdena har riskerna att påträffa salt vatten vid normala, men framför allt vid djupa borrhningar, bedömts större än inom övriga områden. Det bör påpekas att endast några få procent av alla brunnar inom de streckade områdena har salt vatten. Vid brunnsborring inom streckade områden bör man emellertid vara observant på att salt vatten kan uppträda. Riskerna förefaller vara störst vid Mälarens stränder.

TABELL 7. Fysikalisk-kemiska analyser.

	<i>Sjökällan</i>	<i>Skirkällan</i>	<i>Hynde vad</i>	<i>Hynde vad</i>	<i>Hynde vad</i>	<i>Kjula</i>	<i>Kvicksund</i>	<i>Sundbyholm</i>
Vattentyp	råvatten	råvatten	råvatten	råvatten	renvatten	renvatten	renvatten	renvatten
Datum	75-10-13	75-10-13	80-10-06	80-10-06	80-10-06	80-11-03	80-11-17	80-11-17
Grumlighet			svag	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen
Lukt			tydlig/sjö	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen
Smak			—	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen
Bottensats			liten	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen
Färgstyrka, Pt	mg/l <5	<5	21	<5	<5	<5	5	5
Spec. ledningsförmåga	mS/m 31.4	15.6	24.0	26.3	27.1	36.3	62.8	66.0
pH	7.2	7.0	7.7	6.8	8.0	7.1	7.2	7.6
Permanganatförbrukning, KMnO ₄	mg/l 6	4	25	9	9	3	6	3
Kalcium, Ca	mg/l 43	20						
Magnesium, Mg	mg/l 8	5						
Natrium, Na	mg/l 13	4,0						
Kalium, K	mg/l 3.4	1.2						
Klorid, Cl	mg/l 23	9	14	15	16	26	51	25
Sulfat, SO ₄	mg/l 32	11	56	55	56	59	82	110
Alkalitet, beräknad som HCO ₃	mg/l 110	60	40	48	53	78	176	230
Ammonium, NH ₄	mg/l 0.32	0.06	0.03	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitrit, NO ₂	mg/l <0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitrat, NO ₃	mg/l 7.3	1.8	<2	<2	<2	12	13	<2
Fluorid, F	mg/l 1.0	0.5	0.3	1.1	1.1	0.9	2.0	1.1
Järn, Fe	mg/l 0.06	0.11	0.16	0.04	0.02	0.06	0.05	0.03
Mangan, Mn	mg/l <0.02	<0.02	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.08	<0.05
Marmoraggressiv kolsyra, CO ₂	mg/l		4	19	<1	13	<1	<1
Totalhårdhet, beräknad som Ca	mg/l 57	29	35	39	40	56	88	20
Tritium	TU 107 ± 4	126 ± 4						

Analyslaboratorium Hydroconsult — Kemibrån, Bromma. Tekniska verken, va-verkets laboratorium, Hynde vad, Eskilstuna.

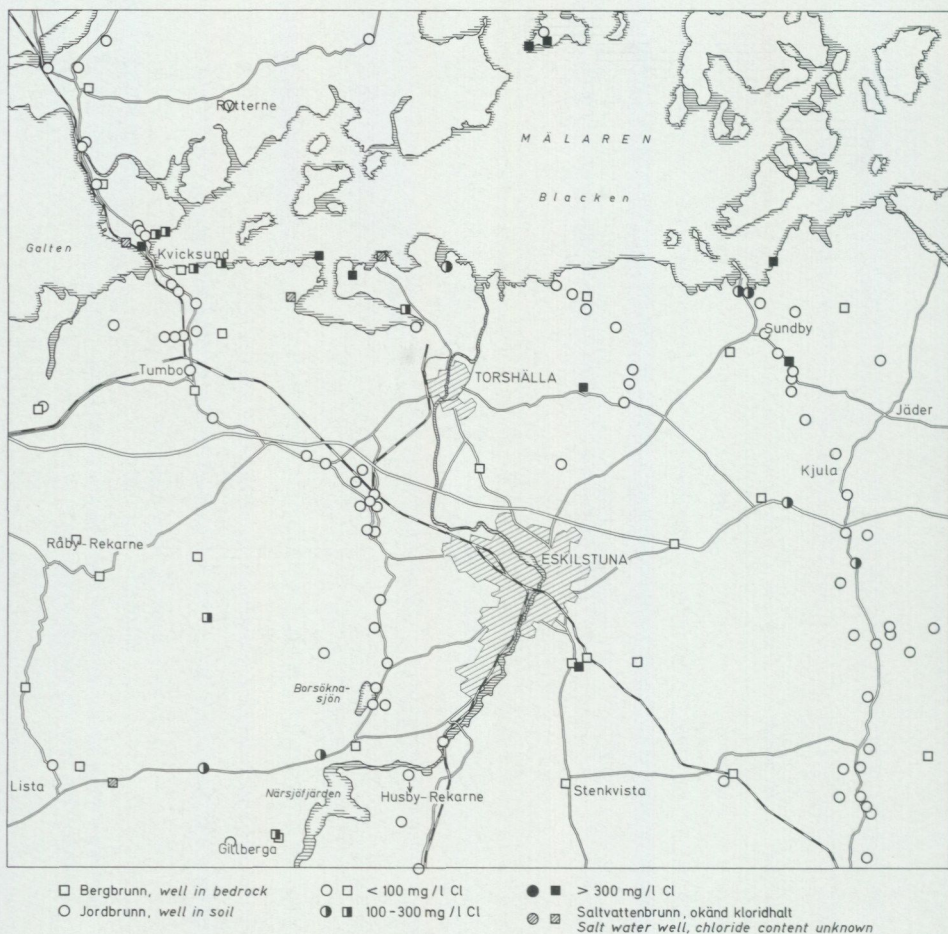


Fig. 25. Grundvattnets kloridhalt i olika typer av brunnar.

Chloride content of groundwater in different wells.

Oftast ökar kloridhalten vid ökat uttag ur en vattentäkt. Motsatsen kan emellertid förekomma om det salta vattnet finns inom ett begränsat område och om man kan pumpa bort det. Har den saltförande avlagringen eller sprickan låg permeabilitet kan även under vissa betingelser saltvattenhalten i vattentäkten minska vid pumpning. Så är fallet med en brunn för ett fritidshus öster om Kvikksundsbron (8 f). På våren när brunnen används efter vinteruppehållet är vattnet salt, men salthalten avtar efter hand som uttagen ökar. Vatten med höga kloridhalter kan även orsakas av annat än tillskott från relict havsvatten. En brunn belägen intill Eskilstunas avfallsupplag (6 i) har blivit salt genom förorening från avfallsupplagets lakvatten. Även vägsalt kan, om det hamnar i en vattentäkt, orsaka höga salthalter.



Fig. 26. Karta över områden där risk att påträffa relik salt vatten vid normal brunnborrning har bedömts föreligga. Observera att det inom riskområdet, på kartan linjerat område, endast är ett mindre antal brunnar som har salt vatten.

Map showing areas with estimated risk to find salty water in normal, drilled wells. Notice that only a few wells in the marked area have given salty water.

6.3.3. Fluorid

I många fall har vattnet i bergborrade brunnar höga fluoridhalter. Inom kartområdet har de högsta fluoridhalterna påträffats i djupa brunnar vars vatten haft ett högt pH-värde. Fluoridhalterna i olika brunnar framgår av fig. 27. Medelvärdet av fluoridhalterna beräknat på 49 analyser från olika brunnar var 1.6 mg/l F. Ett värde som måste betraktas som något högre än normalt för riket. Den högsta uppmätta halten bland de av SGU undersökta brunnarna var 4.4 mg/l F. Den uppmättes i en 102 m djup brunn vid Aftonro (8 g), cirka 1 km nordost om Tumbo kyrka (7 g). Enligt socialstyrelsens normer, SOSFS (M) 1977:27, kan vatten brukas som konsumtionsvatten om fluoridhalten understiger 6 mg/l F. Vid högre

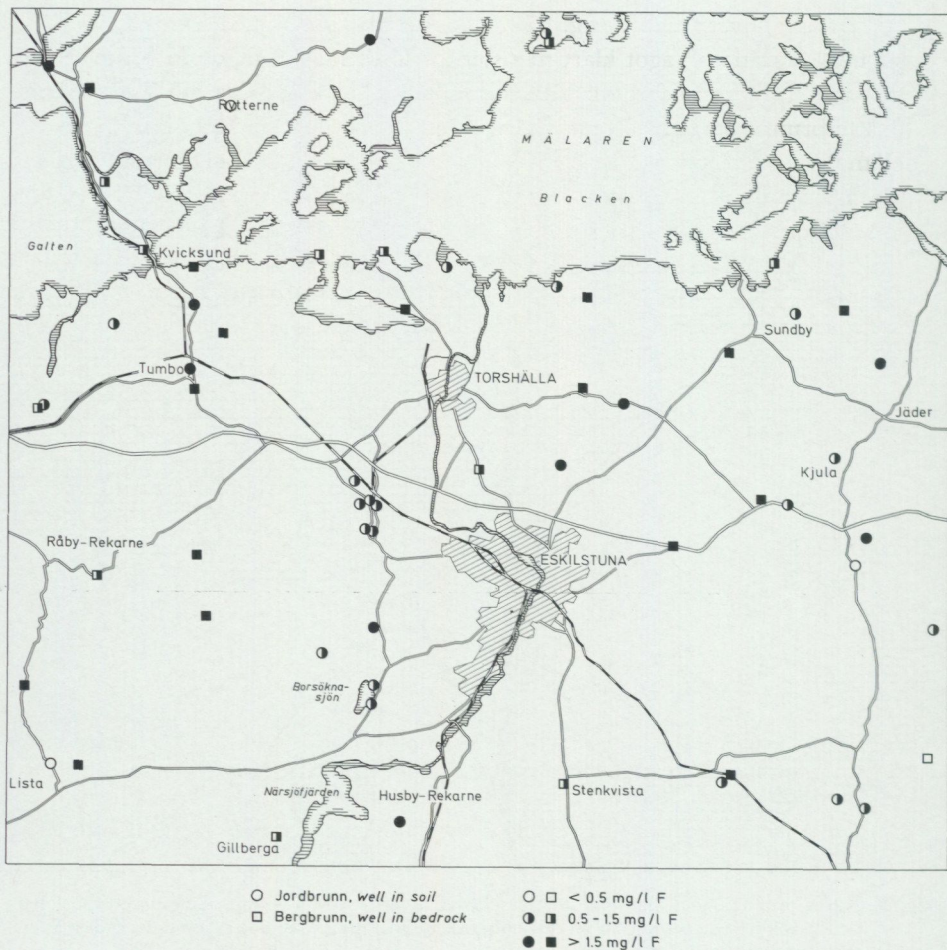


Fig. 27. Grundvattnets fluoridhalt i olika typer av brunnar.

Fluoride content of groundwater from different wells.

halter skall vattnet bedömas som otjänligt. Vid halter över 1.5 mg/l F bör emellertid vissa restriktioner vidtagas för att minska konsumtionen av fluoridhaltigt vatten. Detta gäller framför allt spädbarn men även barn i förskoleåldern. Närmare anvisningar finns i socialstyrelsens författningssamling SOSFS (M) 1977:26. Vatten med fluoridhalter över 0.8 mg/l F anses ge skydd mot karies (tandröta). Fluoridhalter mellan 1 och 1.2 mg/l anses idealiskt i vårt klimat och med våra konsumtionsvanor.

Undersökningar av berggrunden i närheten av Eskilstuna har visat att flusspat förekommer i sprickor i berget (Wiman 1942). Sannolikt kommer fluoriden i grundvattnet från denna typ av sprickfyllnader.

Som framgår av kartan i fig. 27 förekommer brunnar med höga fluoridhalter över hela området. Något klart mönster för fördelningen av dessa brunnar med hänsyn till geologiska förhållanden har ej kunnat utläsas. Vad beträffar de bergbörade brunnarna låg halterna över 1.5 mg/1 F i nära 60 % av brunnarna och mellan 0.5 och 1.5 mg/1 F i cirka 35 % av brunnarna. Av alla undersökta brunnar hade endast 5 % fluoridhalter under 0.5 mg/1 F. Då dricksvattnet bör ha minst 0.7 mg/1 fluorid för att ge kariesprofylaktisk effekt bör därför vid lägre fluoridhalter supplementär tillförsel av fluorid ges för att önskat skydd mot karies skall erhållas. Av jordbrunnarna hade 30 % halter över 1.5 mg/1 F och resterande 65 % hade halter mellan 0.5 och 1.5 mg/1 F.

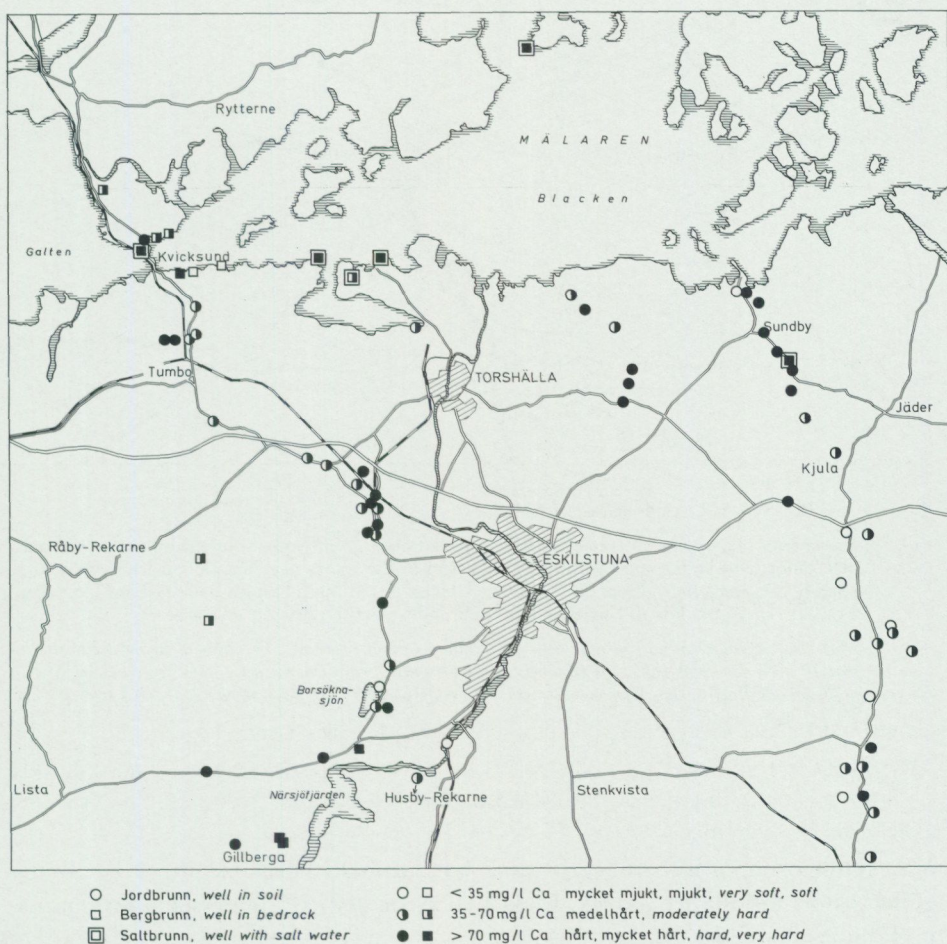


Fig. 28. Grundvattnets totalhårdhet i olika typer av brunnar.

Total hardness of groundwater in different wells.

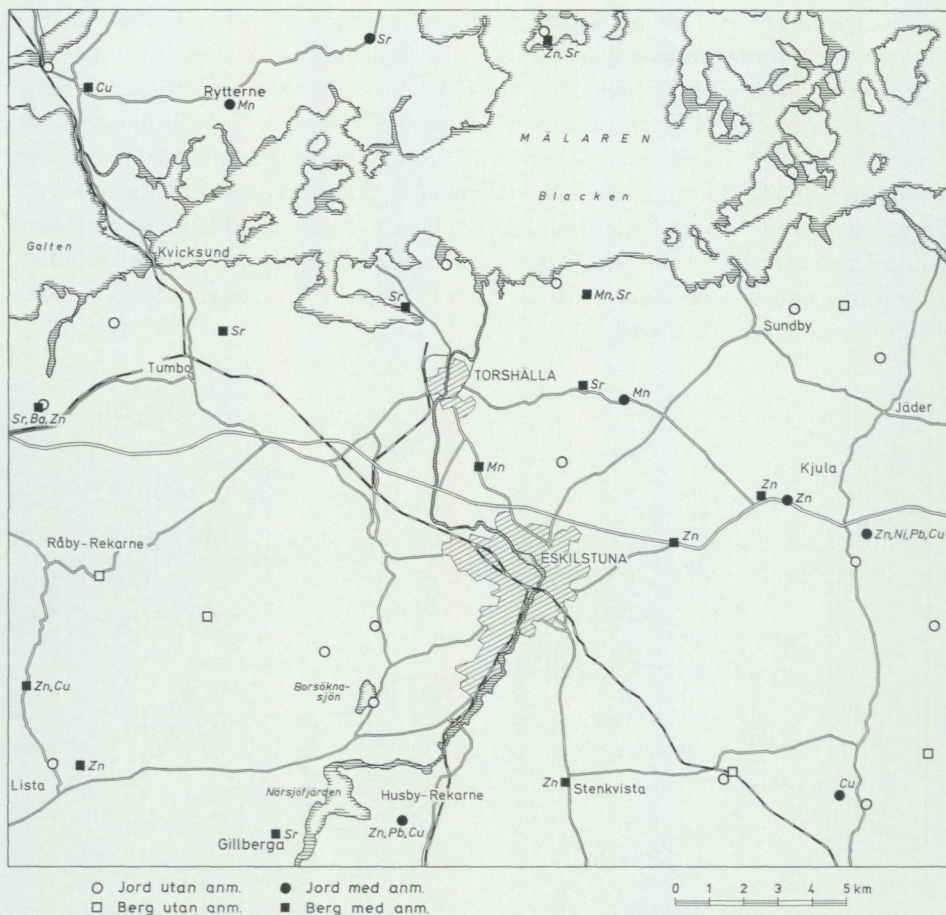


Fig. 29. Karta över höga koncentrationer av några spårämnen i grundvatten från olika typer av brunnar och källor. Markering med ämnets kemiska tecken har gjorts när följande värden överskridits: koppar Cu >0.05 mg/l, krom Cr >0.05 mg/l, nickel Ni >1 mg/l, barium Ba >0.02 mg/l, mangan Mn >0.1 mg/l, bly Pb >0.1 mg/l, strontium Sr >0.5 mg/l och zink Zn >1 mg/l.

Map showing wells and springs with high concentrations of minor elements. The chemical sign of the element is marked if the following values are exceeded: copper Cu >0.05 mg/l, chromium Cr >0.05 mg/l, nickel Ni >1 mg/l, barium Ba >0.02 mg/l, manganese Mn >0.1 mg/l, lead Pb >0.1 mg/l, strontium Sr >0.5 mg/l and zinc Zn >1 mg/l.

6.3.4. Järn

Var sjätte brunn i isälvsavlagringarna har järnhalter över 0.4 mg/l Fe. Detta gäller i stort för alla tre åsarna. Endast en av de drygt 40 undersökta brunnarna hade en järnhalt över 0.6 mg/l Fe.

Drygt hälften av de insamlade analyserna från bergborrade brunnar hade järnhalter över 0.4 mg/l Fe. Den högsta uppmätta järnhalten var 50 mg/l Fe. Här

rör det sig sannolikt om någon form av förorenat vatten. Brunnen ifråga är belägen inom ett industriområde.

6.3.5. Totalhårdhet

Vattnets totalhårdhet i olika brunnar, det vill säga halten av kalcium och magnesium uttryckt i mg/l Ca, framgår av fig. 28. Grundvattnet inom kartbladsområdet är i regel "medelhårt" eller "hårt". Se tabell 6. "Mjukt" vatten förekommer endast i några få brunnar huvudsakligen belägna inom Kjulaåsens område. "Mycket hårt" vatten förekommer däremot mycket sällan. När det förekommer är det i regel fråga om brunnar vars vatten har höga kloridhalter, det vill säga salt grundvatten.

6.3.6. Spårämnen

Vattenprover för analys av spårämnen har tagits på 42 platser. Av dessa togs 24 st i jordbrunnar och källor, medan 18 st togs i bergborrade brunnar. Provtagningen och analysen utfördes under senare hälften av år 1973. Sedan dess har såväl provtagnings- som analysmetodik utvecklats. Resultaten redovisas i fig. 29.

Analysen har omfattat följande ämnen: krom (Cr), mangan (Mn), nickel (Ni), koppar (Cu), zink (Zn), strontium (Sr), barium (Ba) och bly (Pb). Proverna har surgjorts i fält men inte filtrerats. På de platser där analysresultaten är högre än vissa angivna värden har den kemiska beteckningen för respektive ämne angivits.

I några fall kan man misstänka att vattenomsättningen före provtagningen varit otillräcklig. Detta har medfört att utlösningar från rör och dylikt har påverkat analysresultaten.

7. Källor

Av

PER ENGQVIST

Inom kartområdet finns ett flertal källor. Föremål för kartläggning har emellertid endast de källor varit, vilka legat på eller i närheten av isälvsavlagringarna. Uppgifter om övriga källors lägen kan erhållas från de geologiska kartorna SGU Aa 196 och Aa 200, där källor är utmärkta med särskilda symboler.

Det är en markant skillnad i källfrekvens mellan de båda dominerande åsarna. Vid Kjulaåsen finns en mängd stora och små källor medan Strömsholmsåsen nästan helt saknar källor. Genom de stora vattenuttag som under längre tid skett i denna ås har tidigare förekommande källor sinat.

Ett tiotal källor har påträffats längs Kjulaåsen. På kartan finns dessa markerade med ett tecken bestående av en liten cirkel, ofylld för större källor och fylld för mindre källor. Cirkeln är försedd med en pil som visar åt vilket håll vattnet avrinner. I en del källor härstammar vattnet från den egentliga isälvsavlagringen. I andra kommer vattnet från de svallgrusavlagringar, vilka vilar på den lera som täcker stora delar av framför allt sidorna av de primärt avsatta isälvsavlagringarna.

En av de större källorna, Skirkällan (3 j), ligger cirka en halv kilometer ÖSÖ om Hällberga station (5 j). Skir betyder klar och ren. Skirkällans vatten är klart och rent. I botten på själva källan ser man tydligt hur vattnet väller upp på flera ställen. I väster letar sig källans vatten fram genom en torvmark, vilket försvårat försöken att bestämma källans kapacitet. Källans flöde har vid mätningar i slutet av juni uppskattats till omkring 20 l/s. Grundvattnets fysikaliska egenskaper och kemiska sammansättning framgår av de redovisade analysresultaten i tabell 7, analys nr 1.

Den andra stora källan inom kartbladet är belägen 500 m NNV om Kjula kyrka (7 j). Den brukar kallas Sjököllan (7 j). Den springer fram ur leran men vattnet härrör med säkerhet från den närbelägna åsen. Se fig. 23. Ett dike leder bort vattnet i nordvästlig riktning. Flödet har i slutet av juni 1974 uppmätts till cirka 7.5 l/s. Då uppgifter om denna relativt stora källa saknas på de tidigare utgivna geologiska kartorna, kan detta indikera att källan bildats i sen tid. Om man jämför grundvattnets sammansättning i Skirkällan med Sjököllan, ser man att halterna av de olika ämnena i sistnämnda källa är i stort sett fördubblade, tabell 7 analyserna 1 och 2. Lerorna runt Sjököllan är i viss utsträckning avsatta i salt vatten. Vattnet i Sjököllan har säkert påverkats av att dessa leror urlakats.

Tritiumbestämningarna TU i tabell 7 ger en antydning om att vattnet i de båda källorna är ungefär likåldrigt och att det är relativt ungt vatten i båda.

I norra delen av Vallbyåsen (8 i) finns en källa med mycket järnhaltigt vatten. Den ligger i svallgruset.

Grundvatten från somliga källor ansågs tidigare ha om inte undergörande så i varje fall välgörande medicinska egenskaper. Exempel på sådana hälsokällor som förr livligt frekventerades inom kartområdet är Snopptorp (6 i) och Hällbybrunn (7 h).

Fig. 30 visar ett utdrag ur en källförteckning från år 1883 som utgivits av A. Levertin.

Fig.30 Utdrag ur Levertin: "Svenska brunnar och bad" tryckt år 1883.

Excerpt from Levertin: "Svenska brunnar och bad" published in 1883.

per séance 1 kr. *Elektricitetsbehandling* meddelar brunns-läkaren.

Terminsindelning. 2 terminer 1 Juni—15 Juli; 15 Juli—11 September.

Brunnskontoret hålles öppet hela förmiddagen. Kamererare: Landtbrukaren A. Winqvist i Hellby. Drickspen-gar åt betjeningen äro tillåtna.

Välgörenhetsinrättningar finnas icke.

Hellby brunn ligger vid Hellby by uti en rätt täck skogstrakt. Sjelfva källan är belägen vid slutningen af den med djup, reslig barrskog bevuxna Rakåsen, hvilken skyddar för nordliga vindar. I barrskogen äro här och hvar villor uppförda, hvarjemte riklig tillgång på bostäder finnes i den närbelägna Hellby by.

Brunnen och badhuset egas af landtbrukarne i Hellby. Bad-huset är taxerad till 5,000 kronor.

Hellby finnes nämnd i Sundhetscollegii rapport på slutet af 1850-talet, och lærer länge begagnats af kringliggande allmoge. År 1861 besöktes den af 65 patienter och 1871 af 70. Uti Hellbys närhet och bredvid (1,5 km) Eskilstuna låg förut *Snopptorps helso-brunn*, hvilken mycket besöktes af ortens allmoge. År 1864 öfver-togs den af ett bolag, som derstädes uppförde ett mindre badhus. Brunnsdrickningen öfvervakades af Provincialläkaren.

Enligt uppgift från doktor Pallin, som de senaste åren varit läkare vid Snopptorp, håller brunnen på att dö ut, och ovisst lærer vara, om den sommaren 1883 kommer att öppnas för allmänheten. Hellby källa är öfverbygd med en brunspaviljong.

Källan har stor rikedom på vatten af + 6°, 5 Cels.

Analyserad år 1875 af Professor A. P. Hamberg och håller på 10,000 gram vatten:

Kolsyrad jernoxidul	0,244
Kolsyr. kalk.....	} 2,046
Kolsyrad talk	
Svafvelsyr. kalk	
Klornatrium—.....	0,228

Badhuset vid Hellby har 6 badrum med tillhörande doucher. 120 bad kunna dagligen beqvämt serveras.

Hellby har de senaste åren besökts af mellan 2- till 300 kur-gäster, till största delen bestående af den närliggande traktens be-folkning.

8. Referenslitteratur

8.1. Utredningar

VBB, Förslag till utbyggnad av Eskilstuna vattenledning (1945-06-09).

AIB, Redogörelse för grundvattenundersökning för Torshälla stad (1958-12-17).

VIAK, Yttrande över grundvattenundersökning för vattenförsörjning inom Skogstorp och Hållsta stationssamhällen i Husby-Rekarne kommun, Södermanlands län (1951-11-24).

VIAK, P.M. beträffande genomförande av provpumpning av grundvattentäkt för Skogstorp och Hållsta stationssamhällen i Husby-Rekarne kommun, Södermanlands län (1952-12-13).

VIAK, Yttrande över provpumpning av grundvattentäkt för Skogstorp och Hållsta stationssamhällen i Husby-Rekarne kommun, Södermanlands län (1953-11-19).

VIAK, Yttrande över provpumpning av Torshälla stads grundvattentäkt i Hällby (1955-07-20).

Vatten- och avloppsteknik, Ansökan om legalisering av kommunal vattentäkt i Kjula samhälle (1958-04-24).

Mellansvenska ingenjörbyrå, Yttrande över grundvattenundersökning för Torshälla stad (Hällby kommuns vattentäkt vid Husby) (1958-12-17).

Mellansvenska ingenjörbyrå, Redogörelse för grundvattensituationen vid samt norr och söder om Torshälla stads vattentäkt, B 22 i Hällby under tiden 1 oktober 1959—31 oktober 1960 (1960-11-08).

Akva-Terra, Redovisning av undersökningar avseende vattenförsörjningen för Sundbyholms slott och sommarstugebebyggelse (1967-02-09).

Akva-Terra, Sammanställning av rörprotokoll och planritning över Eskilstuna kommuns vattenverksområde Hyndeved (1969).

Orrje & Co, P.M. angående åtgärder vid löskommen bensin vid Hällbybrunn, Eskilstuna (1970-10-15).

Orrje & Co — Scandiaconsult, Eskilstuna kommun, Utredning angående skydd av grundvattentäkt i Kjulaås (1972-07-20).

Orrje & Co — Scandiaconsult, Eskilstuna kommun, Utredning angående skydd av grundvattentäkt vid Rakåsen, Hällbybrunn (1973-12-14).

VIAK, Västerås tekniska verk, Nyckelön, P.M. beträffande vattenförsörjningen på Nyckelön (1974-09-11).

VIAK, (Falun) Tekniska verken, Nyckelön.

Länsstyrelsen i Södermanlands län, Vattentäkter i Södermanlands län. Del 1 permanentbebyggelse (1975/dec), Del 2 fritidsbebyggelse (1977).

Länsstyrelsen i Södermanlands län, 1976: Avfallsupplag i Södermanlands län. Planeringsavdelningen. Naturvårdsavdelningen. Nr 7.

SGU, Geologisk-hydrogeologisk-geokemisk undersökning vid impregneringsverket i Strömsholm, Västmanlands län (1979-07-20).

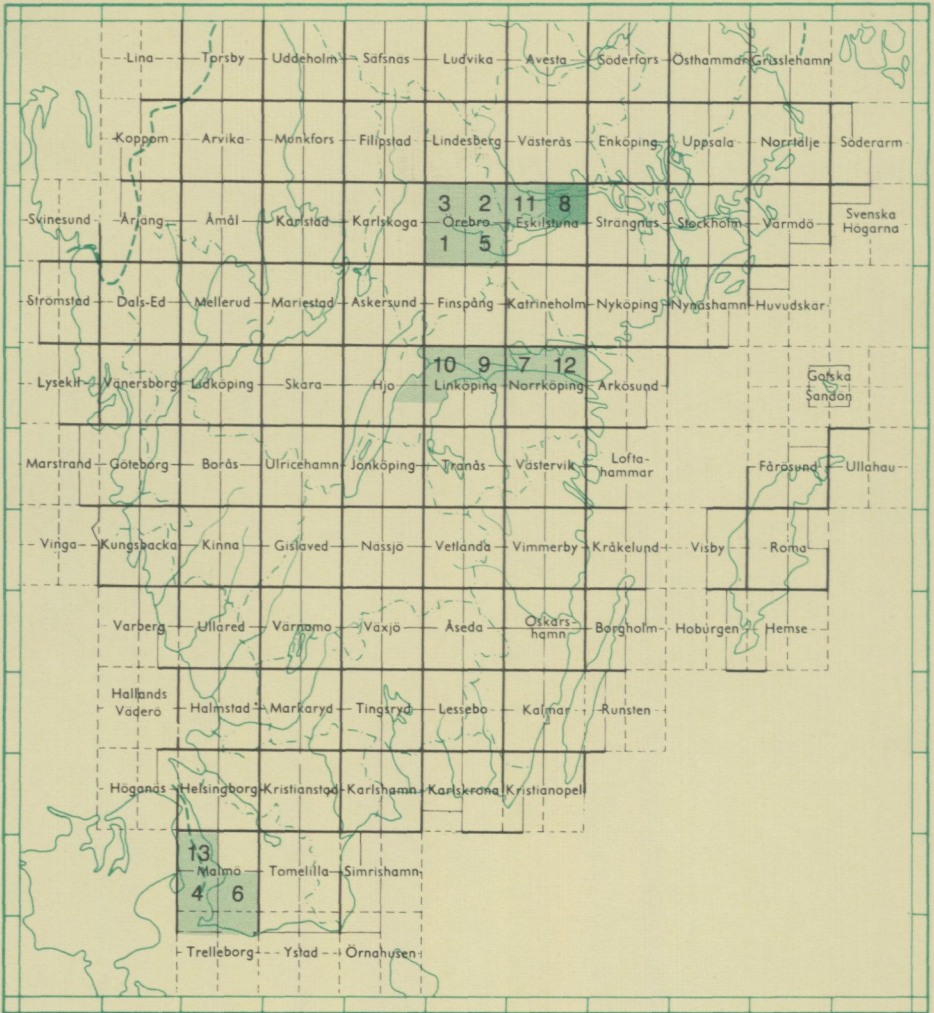
Länsstyrelsen i Södermanlands län, 1980: Sammanställning av kommunala grundvattentäkter belägna i närhet av allmänna vägar för tätorter i Södermanlands län.

8.2. Litteratur

SGU = Sveriges geologiska undersökning

- CARLSSON, L., och CARLSTEDT, A., 1976: Estimation of transmissivity and permeability in Swedish bedrocks. — Nordic Hydrological Conference, Reykjavik.
- ENGQVIST, P., och OLSSON T., 1974: Försök att ur återhämtningskurvor beräkna moränbrunnars kapacitet. Preliminär rapport. — Vannet i Norden 4, s. 21—34.
- ERIKSSON, E., GUSTAFSSON, Y., och NILSSON, K., (red.), 1970: Grundvatten. — Norstedts, Stockholm.
- FAGERLIND, T., MÜLLERN, C.-F., och POUSETTE, J., 1977: Beskrivning till hydrogeologiska kartbladet Norrköping NV. — SGU Ag 7.
- KARRENBERG, H., DEUTLOFF, O., & v. STEMPEL, C., 1974: Generallegende für die Internationale Hydrogeologische Karte von Europa. — Bundesanstalt für Bodenforschung & UNESCO, Hannover.
- KNUTSSON, G., & MORFELDT, C.-O., 1978: Vatten i jord och berg. — Ingenjörsvärlaget, Stockholm.
- LEVERTIN, A., 1883 Svenska brunnar och bad.
- LUNDEGARDH, P. H., 1954: Berggrunden. / Beskrivning till kartbladet Västerås. — SGU Aa 196.
- 1959: Berggrunden. / Beskrivning till kartbladet Eskilstuna. — SGU Aa 200.
- 1974: Beskrivning till berggrundskartan Eskilstuna NV. — SGU Af 111.
- LUNDQVIST, G., 1954: Jordlagren. / Beskrivning till kartbladet Västerås. — SGU Aa 196.
- 1959: Jordlagren. / Beskrivning till kartbladet Eskilstuna. — SGU Aa 200.
- MEDICINALSTYRELSEN, KUNGL., 1968: Fysikalisk-kemiska vattenundersökningar. Meddelande från Kungl. Medicinalstyrelsen Nr 122. — AB Nordiska Bokhandeln.
- MÜLLERN, C.-F., 1974: Berggrunden. / Beskrivning till hydrogeologiska kartbladet Örebro NO. — SGU Ag 2.
- NORDBERG, L., & PERSSON, G., 1979: Vårt vatten. Tillgång — utnyttjande. — LT:s förlag, Stockholm.
- RASMUSSEN, W.C., 1964: Permeability and storage of heterogeneous aquifers in the United States. — Association Internationale D'Hydrologie Scientifique, Publication No 64.
- SOCIALSTYRELSEN, 1977: Socialstyrelsens kungörelse om användning av fluorider i kariesprofylaktiskt syfte. — SOSFS (M) 1977:26.
- 1977: Socialstyrelsens kungörelse med bedömningsgrunder för konsumtionsvatten med avseende på fluoridhalten. — SOSFS (M) 1977:27.
- TAESLER, R., 1971: Klimatdata för Sverige.
- UNESCO, 1970: International Legend for Hydrogeological Maps. — UNESCO.
- WIMAN, E., 1942: Studies of the morpho-tectonics of the Mälars depression, Sweden. — Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. XXIX.

Utgivna kartblad i serie Ag



PRISKLASS B
 Distribution
 LiberKartor
 162 89 STOCKHOLM

ISBN 91-7158-229-0
 ISSN 0346-7333