

SOU
1994: 97 B

REGLERING AV VATTENUTTAG UR ENSKILDA BRUNNAR

Ur KB:s samlingar

Digitaliserad år 2014



National Library
of Sweden

SOU

1994:97

Delbetänkande av Grundvattenutredningen

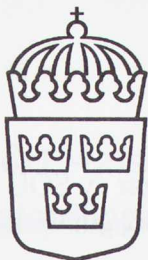
SOU
1994: 97 B

REGLERING
AV
VATTENUTTAG
UR
ENSKILDA BRUNNAR

SOU

1994:97

Delbetänkande av Grundvattenutredningen



Statens offentliga utredningar

1994:97

Miljö- och naturresursdepartementet

Reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar

Delbetänkande av Grundvattenutredningen
Stockholm 1994

SOU och Ds kan köpas från Fritzes kundtjänst. För remissutsändningar av SOU och Ds svarar Fritzes, Offentliga Publikationer, på uppdrag av Regeringskansliets förvaltningskontor

Beställningsadress: Fritzes kundtjänst
106 47 Stockholm
Fax: 08-20 50 21
Telefon: 08-690 90 90

REGERINGSKANSLIETS
OFFSETCENTRAL
Stockholm 1994

ISBN 91-38-13735-6
ISSN 0375-250X

Till det statsråd som har till uppgift att föredra ärenden om planläggning, markanvändning och bebyggelse

Genom beslut den 4 november 1993 bemyndigade regeringen statsrådet Thurdin att tillkalla en särskild utredare med uppdrag att utreda hur hushållningen med grundvattnet skall kunna förbättras.

Med stöd av detta bemyndigande förordnades den 16 november 1993 expeditionschefen Fredrik Damgren som särskild utredare.

Den 13 december 1993 förordnades hovrättsassessorn Christer Ganelind att fr.o.m. den 1 januari 1994 vara sekreterare i utredningen.

Såsom sakkunniga förordnades den 15 februari 1994 enhetschefen Torbjörn Fagerlind, professorn Malin Falkenmark, hovrättsassessorn Christina Jacobsson, vatten- och havsresursplaneraren Yngve Malmquist, byrådirektören Annika Nilsson, civilingenjören Martin Strid, avdelningsdirektören Håkan Wahren och geologen Peter Wenster.

Utredningen, som antagit namnet Grundvattenutredningen (M 1993:15), får härmed överlämna delbetänkandet (SOU 1994:97) Reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar.

Stockholm i juni 1994

Fredrik Damgren

/Christer Ganelind

Innehåll

	Sida
Sammanfattning	7
Författningsförslag	11
1. Förslag till Lag om ändring i hälsoskyddslagen (1982:1080) . .	11
2. Förslag till Förordning om ändring i hälsoskyddsförordningen (1983:616)	13
3. Förslag till Lag om ändring i vattenlagen (1983:291)	15
 1 Inledning	 17
 2 Bakgrund	 21
2.1 Grundvattnet i Sverige	21
2.1.1 Inledning	21
2.1.2 Grundvattnets förekomst	23
2.1.3 Grundvattnets kvalitet	26
2.2 Enskild vattenförsörjning	29
2.2.1 Inledning	29
2.2.2 Kvalitetsproblem	31
2.2.3 Problem med vattenbrist	36
 3 Reglering av enskilda grundvattenuttag	 39
3.1 Inledning	39
3.2 Hydrogeologiska undersökningsmetoder	41
3.2.1 Behovet av undersökningar	41
3.2.2 Allmänt om hydrogeologiska undersöknings- metoder	44
3.2.3 Hydrogeologiska bedömningar i samband med enskild vattenförsörjning	45
3.2.4 Kostnader för hydrogeologiska bedömningar	48
3.3 Gällande lagstiftning	48
3.4 Överväganden och förslag	56
3.4.1 Allmänna utgångspunkter	56
3.4.2 Behov av ändringar i gällande lagstiftning	62

4	Specialmotivering till författningsförslagen	73
4.1	Förslaget till lag om ändring i hälsoskyddslagen (1982:1080)	73
4.2	Förslaget till förordning om ändring i hälsoskyddsförord- ningen (1983:616)	75
4.3	Förslaget till lag om ändring i vattenlagen (1983:291)	75

Bilagor

Bilaga 1	Grundvattnets förekomst, kvalitet och nyttjande i Sverige
Bilaga 2	Hydrogeologiska undersökningsmetoder

Sammanfattning

Utredningen behandlar i detta delbetänkande frågan om reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar i områden med risk för vattenbrist eller saltvatteninträngning. Som bakgrund till utredningens överväganden och förslag redovisas i *avsnitt 2* översiktligt vissa uppgifter om grundvattnet i Sverige.

Genom att grundvattnet ingår i vattnets kretslopp är det en förnybar naturresurs i ständig rörelse. Nybildning av grundvatten sker när nederbörden är större än avdunstningen från markytan och växtligheten. En grundvattenförekomst storlek beror på många olika faktorer. Av avgörande betydelse är områdets areal, nederbörden och de geologiska förhållandena. För Sveriges vattenförsörjning är grundvatten av stor betydelse. Den kommunala vattenförsörjningen sker till ca en fjärdedel med utnyttjande av naturligt grundvatten. Den enskilda vattenförsörjningen är helt beroende av grundvatten.

Grundvatten förekommer såväl i jordlager som i berggrund. Grundvattenförekomsterna i jordlager i Sverige är i allmänhet jämförelsevis små. De största vattenvolymerna finns i de sand- och grusavlagringar som bildades under den senaste nedisningen. Jämfört med t.ex. kontinentala Europa är också grundvattenförekomsterna i Sveriges berggrund begränsade. Det mesta grundvattnet i Sveriges berggrund förekommer i sprickor. I vissa yngre sedimentära lager av kalksten och sandsten finns dock förutsättningar för stora grundvattenuttag.

En betydande del av hushållens vattenbehov tillgodoses genom enskild vattenförsörjning. Ca 1,2 miljoner permanentboende baserar sin vattenförsörjning på vatten från egna brunnar. Om fritidsboende tas med beräknas drygt 2,5 miljoner människor till större eller mindre del utnyttja vatten från enskilda grundvattentäkter. Antalet brunnar för sådan vattenförsörjning uppskattas till mellan 600 000 och 800 000. Årligen anläggs genom etablerade brunnsbörare mellan 5 000 och 10 000 brunnar.

Många fastighetsägare har problem med sitt brunnsvatten i form av dålig kvalitet eller bristande tillgång. Oftast beror kvalitetsproblemen på att

grundvattnet innehåller höga halter av vissa ämnen men det är inte ovanligt att det är brunnens konstruktion, placering eller dåliga underhåll som är orsaken.

Den vanligaste orsaken till att problem med saltvatten uppstår i en brunn bedöms vara brunnens tekniska utformning. Problemet kan också bero på att uttagen av sötvatten är för stora. De största riskerna för denna typ av problem föreligger i områden med tät permanent- och fritidsbebyggelse längs kusterna, på öar och i låglänta delar nära stora sjöar och vattendrag i Mellansverige. Det är delvis fråga om samma områden där problem med brist på vatten i enskilda brunnar har visat sig. Risken för brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning finns lokalt främst längs våra kuster och på skärgårdsöar i allmänhet och därvid särskilt i Upplands, Stockholms, Södermanlands, Östergötlands, Göteborgs och Bohus och Blekinge län samt på Gotland och Öland.

Vattenbrist i enskilda brunnar anses generellt vara ett mindre problem än att vattnet är av dålig kvalitet. Lokalt kan dock vattenbrist vara en fråga av stor betydelse. Av grundläggande betydelse för att det skall gå att bedöma vilka närmare problem som föreligger och vilka lösningar som är tänkbara vid en förmodad brist på grundvatten eller vid saltvatteninträngning är att man har kunskap om dels nybildningen av grundvatten inom det aktuella området, dels förutsättningarna för avrinning och magasinering av grundvattnet, dels också vattenbehovet inom området. För att dessa frågor skall kunna klarläggas behövs i allmänhet en s.k. hydrogeologisk undersökning. En översikt lämnas i *avsnitt 3.2* över olika metoder för hydrogeologiska bedömningar. Därefter redovisas i *avsnitt 3.3* kortfattat de viktigaste lagarna genom vilka en reglering av uttag ur enskilda brunnar kan ske, nämligen vattenlagen, hälsoskyddslagen, plan- och bygglagen samt anläggningslagen.

I *avsnitt 3.4* redovisar utredningen sina överväganden och förslag vad gäller reglering av enskilda grundvattenuttag. Utredningens förslag avser sådana områden där inte kommunerna enligt lagen om allmänna vatten- och avloppsanläggningar är skyldiga att sörja för att vattenförsörjningen ordnas i ett större sammanhang. Utredningen framhåller att den grundläggande utgångspunkten bör vara att där problem som gäller den enskilda vattenförsörjningen kan sägas vara gemensamma för flera fastigheter måste berörda fastighetsägare i första hand eftersträva lösningar i frivillig samverkan.

Om ett problem med vattenbrist eller saltvatteninträngning inte kan lösas på den enskilda fastigheten eller om en frivillig samverkan mellan berörda fastighetsägare inte kommer till stånd kan en reglering av uttagen bli nödvändig. Med reglering av vattenuttagen från enskilda brunnar inom ett avgränsat bebyggelseområde får då i första hand förstås införandet av bestämmelser som begränsar uttagen från de befintliga brunnarna. Genom en begränsning av uttagen förutsätts den gemensamma grundvattenförekomsten belastas mindre och risker för olägenheter i de drabbade brunnarna därmed minska. En förutsättning för att minskade uttag ur några brunnar skall få denna positiva effekt på möjligheterna till uttag ur andra brunnar är dock att det finns samband mellan uttagen i brunnarna. I många fall är en begränsning av uttagen inte tillräcklig. Det kan då krävas nya brunnar eller andra anläggningar för en gemensam lösning av vattenförsörjningen inom ett område.

Allmänna utgångspunkter för en reglering har varit att problemen med vattenbrist eller saltvatteninträngning är lokalt begränsade. Regler om begränsning av vattenuttagen bör därför inte gälla allmänt i landet utan bör kunna göras tillämpliga inom sådana områden där problemen uppkommer. En reglering måste kunna omfatta såväl nya som existerande uttag. För att det skall vara möjligt att få överblick och kontroll över uttagen inom ett problemområde behövs någon form av anmälnings- eller tillståndsplikt.

Utredningen har övervägt en reglering av vattenuttag genom nya bestämmelser i vattenlagen, anläggningslagen eller plan- och bygglagen. Utredningen har dock funnit att det är lämpligast att införa sådana bestämmelser i hälsoskyddslagen. Kommunerna föreslås därför få möjlighet att föreskriva anmälnings- och tillståndsplikt för inrättande och användning av anläggning för grundvattentäkt inom områden där det råder eller kan befaras uppkomma brist på sött vatten. I tillståndsbeslut skall sedan villkor för användningen av vattentäkt kunna ställas upp. För befintliga anläggningar föreslås dock bara anmälningsplikt. För sådana anläggningar har kommunen sedan möjlighet att gå ut med råd och anvisningar samt, om dessa inte följs, förelägganden om hur vattentäkten får användas. Grunden för att hälsoskyddslagstiftningen skall kunna tillämpas är att brist på godtagbart vatten för en bostads grundläggande behov anses vara sanitär olägenhet.

Författningsförslag

1. Förslag till

Lag om ändring i hälsoskyddslagen (1982:1080)

Härigenom föreskrivs i fråga om hälsoskyddslagen (1982:1080)

dels att 23 § skall ha följande lydelse,

dels att det i lagen skall införas en ny paragraf, 7 b §, av följande lydelse.

Nuvarande lydelse

Föreslagen lydelse

7 b §

I områden där knapphet på sött grundvatten råder eller kan befaras uppkomma skall anläggningar för grundvattentäkter inrättas och användas så att sanitär olägenhet inte uppkommer.

Kommunen får föreskriva att det skall fordras anmälan till eller tillstånd av sådan nämnd som avses i 4 § för att inrätta och använda anläggning för grundvattentäkt inom sådana områden, om det behövs för att hindra uppkomsten av sanitär olägenhet. För befintlig anläggning får kommunen endast föreskriva anmälningsplikt.

Den kommunala nämnden får i tillståndsbeslut föreskriva de villkor som behövs för att hindra uppkomsten av sanitär olägenhet eller för att undanröja sådan olägenhet. För att tillgodose hälsoskyddet får nämnden företa omprövning av villkoren och därvid föreskriva ändrade eller nya villkor.

Tillstånd enligt andra stycket

fordras inte om anläggningen har tillstånd enligt miljöskyddslagen (1969:387) eller vattenlagen (1983:291).

Ett tillstånd av nämnden att inrätta en anläggning gäller i fem år men förfaller om arbetet med anläggningen inte har påbörjats inom två år.

23 §¹

Till böter döms den som med uppsåt eller av oaktsamhet bryter mot 7 § andra stycket, 7 a § andra stycket eller 12 § eller mot en föreskrift som meddelats med stöd av denna lag samt den som inte uppfyller villkor som meddelats med stöd av 14 §.

Till böter döms den som med uppsåt eller av oaktsamhet bryter mot 7 § andra stycket, 7 a § andra stycket, 7 b § *andra stycket* eller 12 § eller mot en föreskrift som meddelats med stöd av denna lag samt den som inte uppfyller villkor som meddelats med stöd av 14 §.

Ansvar enligt första stycket inträder ej om ansvar för gärningen kan ådömas enligt brottsbalken.

Denna lag träder i kraft den

¹ Senaste lydelse 1988:926.

2. Förslag till

Förordning om ändring i hälsoskyddsförordningen (1983:616)

Härigenom föreskrivs i fråga om hälsoskyddsförordningen (1983:616) att 13 och 14 §§ skall ha följande lydelse.

Nuvarande lydelse

Föreslagen lydelse

13 §¹

Områden som avses i 7 § andra stycket tredje meningen och 7 a § andra stycket andra meningen hälsoskyddslagen (1982:1080) samt i 11 § andra stycket och 12 § denna förordning skall märkas ut på en särskild karta som fogas vid kommunens övriga föreskrifter om hälsoskyddet i kommunen.

Områden som avses i 7 § andra stycket tredje meningen, 7 a § andra stycket andra meningen *och 7 b § andra stycket* hälsoskyddslagen (1982:1080) samt i 11 § andra stycket och 12 § denna förordning skall märkas ut på en särskild karta som fogas vid kommunens övriga föreskrifter om hälsoskyddet i kommunen.

14 §²

Föreskrifter som en kommun meddelar med stöd av en bestämmelse i denna förordning skall genom länsstyrelsens försorg och på kommunens bekostnad kungöras i länets författningssamling så snart det kan ske. Föreskrifterna skall genom kommunens försorg anslås samt införas i ortstidning. Kommunen skall se till att tryckta exemplar av de samlade föreskrifterna finns att tillgå för allmänheten.

Kommunen skall skyndsamt underrätta länsstyrelsen om de föreskrifter som kommunen har meddelat enligt första stycket.

Första och andra styckena gäller också när kommunen har föreskrivit om tillståndsplikt enligt 7 § andra stycket tredje meningen och 7 a § andra stycket andra meningen hälsoskyddslagen (1982:1080).

Första och andra styckena gäller också när kommunen har föreskrivit om tillståndsplikt enligt 7 § andra stycket tredje meningen och 7 a § andra stycket andra *eller anmälnings- och tillståndsplikt enligt 7 b § andra stycket* hälsoskyddslagen (1982:1080).

¹ Senaste lydelse 1989:71.

² Senaste lydelse 1990:269.

Kommunen skall skyndsamt underrätta fastighetsregistermyndigheten när föreskrifter enligt 11 § första stycket 5 meddelats, ändrats eller upphävts.

Denna förordning träder i kraft den

3. Förslag till

Lag om ändring i vattenlagen (1983:291)

Härigenom föreskrivs i fråga om vattenlagen (1983:291) att 3 kap 2 § skall ha följande lydelse.

Nuvarande lydelse

Föreslagen lydelse

3 kap.
2 §¹

Ett vattenföretag och anläggningsarbeten som utförs för ett vattenföretag får inte strida mot en detaljplan eller områdesbestämmelser. Om syftet med planen eller bestämmelsen inte motverkas, får dock mindre avvikelser göras.

Gäller eljest, i andra fall än som avses i 16, 18 och 20 §§ naturvårdslagen (1964:882), särskilda bestämmelser för bebyggande eller annan användning av ett mark- eller vattenområde, skall vattenföretaget utföras så att syftet med bestämmelserna inte motverkas.

Gäller eljest, i andra fall än som avses i 16, 18 och 20 §§ naturvårdslagen (1964:882), särskilda bestämmelser för bebyggande eller annan användning av ett mark- eller vattenområde *eller för användning av en grundvatten-tillgång*, skall vattenföretaget utföras så att syftet med bestämmelserna inte motverkas.

-
1. Denna lag träder i kraft den
 2. Lagen skall inte tillämpas i mål som avgjorts av vattendomstolen före ikraftträdandet.

¹ Senaste lydelse 1987:139.

1 Inledning

I direktiven för utredningen (dir. 1993:126) framhålls inledningsvis att grundvattnet är en begränsad och sårbar naturresurs. Det används för många olika ändamål, exempelvis som livsmedel, till bevattning och som transportmedel av avfall. Ineffektiv och okontrollerad användning kan medföra att grundvattnet förbrukas i en högre takt än det nybildas. Enligt kretsloppsprincipen måste vattnet utnyttjas uthålligt och varsamt så att tillgång och kvalitet bevaras. Nedbrytande och uppbyggande processer behöver vara i balans, dvs. förbrukningen av grundvatten får inte överstiga bildningen av nytt grundvatten.

Utredningens uppdrag beskrivs i direktiven på följande sätt.

Det övergripande målet för utredaren bör vara att föreslå åtgärder i syfte att bättre skydda våra grundvattentillgångar vid planering och byggande så att de bibehåller sitt värde för framtiden.

Utredaren skall under sitt arbete beakta och överväga vad regeringen har anfört i proposition 1992/93:180 om riktlinjer för en kretsloppsanpassad samhällsutveckling.

Utredaren skall undersöka vilka möjligheter det finns att förbättra skyddet av grundvattentillgångarna så att de inte föröds eller skadas av exploaterande verksamheter såsom bebyggelse och anläggningar. Det kan handla om att utveckla den fysiska planeringen i syfte att uppnå ett bättre grundvattenskydd. Utredaren skall — om det behövs — föreslå ändringar i lagstiftningen i syfte att förbättra skyddet.

Grundvattentillgångarnas utsatthet beror bl.a. på ett stort behov av vatten för enskild förbrukning. Utredaren bör undersöka vilka tekniska möjligheter det finns att minska förbrukningen, t.ex. genom nya kretsloppsanpassade tekniska lösningar på VA-området.

Utredaren skall särskilt utreda problemen med för stora uttag av grundvatten för enskild vattenförsörjning. I första hand bör det utredas om det finns metoder att främja frivilliga överenskommelser mellan fastighetsägarna som åstadkommer en bättre reglering av vattenuttagen.

I en del fall torde det inte vara möjligt att nå en önskvärd reglering av grundvattenuttagen utan en fastare reglering. Utredaren skall närmare kartlägga bristerna i den lagstiftning som reglerar vattenuttag ur enskilda brunnar. I uppdraget ingår att lämna förslag till ändringar i lagstiftningen som ger förutsättningar för att bättre bemästra problemen med överuttag och därav följande vattenbrist, saltvatteninträngning eller andra olägenheter. Härvid bör bl.a. övervägas en lagstiftning om fastare samverkan mellan fastigheter i områden med knappa eller av andra skäl utsatta grundvattentillgångar.

Utredaren bör beakta Miljöskyddskommitténs förslag (SOU 1993:27) om en ny miljöbalk med en samlad lagstiftning i de delar som berör grundvattenskyddet.

Utredaren bör vidare undersöka i vilken utsträckning tekniska lösningar, t.ex. vattentäkters utformning och tekniken för vattenbehandling, kan minska problem med saltvatteninträngning m.m.

Det bör klarläggas i vilken utsträckning tillämpningen av föreslagna styrmedel är avhängig av en god hydrogeologisk kunskap om möjliga grundvattenuttag. Utredaren bör därvid utvärdera olika metoder att enkelt göra säkra hydrogeologiska bedömningar. Samtidigt bör

utredaren belysa kostnaden för att göra sådana bedömningar i syfte att klarlägga de ekonomiska konsekvenserna av föreslagna styrmedel.

Utredaren bör analysera de berörda myndigheternas ansvarsområden och åtaganden och föreslå nödvändiga ändringar för att åstadkomma en tydligare ansvarsfördelning. Myndighetsorganisationen måste också vara anpassad till den nya lagstiftning som blir resultatet av pågående utredningar.

Enligt direktiven skall förslag i fråga om reglering av enskild vattenförsörjning lämnas senast den 1 juli 1994 medan övriga förslag skall redovisas senast den 1 februari 1995. I detta delbetänkande behandlar utredningen därför nu frågor om reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar. Som anges i direktiven är Sverige allmänt sett gynnat av en god tillgång på grundvatten. Då grundvattenförekomster ofta är små kan överuttag eller föroreningar dock få betydande påverkan. Uttag av för mycket grundvatten kan leda till brist på vatten och i vissa områden till saltvatteninträngning. Nu nämnda problem behandlas särskilt i direktiven varvid bl.a. följande framhålls.

Saltvatteninträngning i brunnar kan endast uppstå inom områden under den s.k. högsta kustlinjen, dvs. där det tidigare varit hav. Det innebär främst i skärgårdarna, i kustnära områden och i ett bälte tvärs över Sverige från östra Svealand till Bohuslän. Problemet med saltvatteninträngning är främst knutet till grundvatten i berg inom områden där vatten tas ur enskilda brunnar. Det gäller särskilt i vissa bebyggda skärgårdsområden i närheten av storstäderna. Inträngning uppstår när vattenuttaget bli för stort. Successivt högre VA-standard och inflyttning av permanentboende har ökat vattenbehovet och därmed ökat problemen med saltvatteninträngning. Felaktig lokalisering och ibland felaktigt utförande av enskilda brunnar kan också ha bidragit. Under de senaste årens torrsomrar har problemen med saltvatteninträngning förvärrats ytterligare. Möjligheterna att åtgärda saltvattenpåverkade brunnar är oftast begränsad. I de flesta fall är den enda möjliga åtgärden densamma som vid vattenbrist, dvs. att minska vattenuttaget.

Problemen med saltvatteninträngning behandlades redan i propositionen 1990/91:90 om en god livsmiljö. Bedömningarna i propositionen grundades bl.a. på förslag som redovisats av Statens naturvårdsverk i rapporten Sötvatten 90. De här aktuella problemen hade dessförinnan också behandlats i ett projekt benämnt Salt grundvatten i kustnära områden som initierats av Länsstyrelsen i Stockholms län och inom ramen för vilket flera rapporter redovisats.

Sveriges geologiska undersökning, SGU, har på uppdrag av utredningen utarbetat dels en rapport om grundvattnets förekomst, kvalitet och nyttjande i Sverige, dels en rapport om hydrogeologiska undersökningsmetoder. Rapporterna ingår som bilaga 1 respektive 2 till detta delbetänkande. Den allmänna bakgrundsbeskrivning som lämnas i bilaga 1 är avsedd att utgöra

en del av underlaget såväl för behandlingen av de frågor som redovisas i detta delbetänkande som för utredningens fortsatta arbete.

Utredningen vill framhålla att de frågor om reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar som utredningen behandlar i detta delbetänkande har ett samband med flera av de frågor som utredningen återkommer till i det fortsatta arbetet.

2 Bakgrund

2.1 Grundvattnet i Sverige

2.1.1 Inledning

Vatten är en naturresurs av grundläggande betydelse för allt liv på jorden. Inom ramen för vattnets kretslopp och under inverkan av solen avdunstar vattenånga från världshaven. Merparten av denna vattenånga återgår till haven som nederbörd. En mindre del av vattenången förs in över kontinenterna där den förenas med vattenånga som avdunstat från landområdena. Även denna vattenånga återgår i form av nederbörd. Nederbörden över land avrinner till huvudsaklig del som grund- och ytvatten.

Grundvattnet rör sig under inverkan av tyngdkraften och markens egenskaper från högre till lägre belägna områden i landskapet. Efter kortare eller längre uppehållstid i marken tränger grundvattnet åter upp till ytan och avrinner via källor, bäckar, åar, sjöar och floder till havet. Hur fort transporten går beror på lutningen hos grundvattnets tryckyta och på jord- och bergslagrens genomsläpplighet för vatten.

Genom att grundvattnet ingår i vattnets kretslopp är det en förnybar naturresurs i ständig rörelse. Nybildningen av grundvatten sker när nederbörden är större än avdunstningen från markytan och växtligheten. Nybildningen och därmed också tillgången på grundvatten i ett område varierar med årstiderna men också mellan olika år.

Som grundvatten betraktas det vatten som finns i den s.k. mättade zonen eller grundvattenzonen, dvs. den del av marken där alla por- och sprickutrymmen är fyllda med vatten. Mellan denna mättade zon och markytan är porer och sprickor fyllda med både vatten och luft. Vattnet i denna omättade zon, markvattenzonen, brukar kallas markvatten. Som ytvatten betecknas det vatten som finns i och avrinner via sjöar och vattendrag.

För att beskriva grundvattnets rörelse och förekomst brukar man använda begreppet avrinningsområde, dvs. ett av s.k. vattendelare avgränsat område. Med vattendelare avses därvid sammanbindningslinjen för punkter utifrån

vilka grundvattnet strömmar i diametralt motsatta riktningar. Vattendelarnas lägen kan för svenska förhållanden normalt bestämmas med utgångspunkt i topografiska uppgifter.

Inom ett avrinningsområde kan man tala om att det finns en eller flera grundvattenförekomster, även de avgränsade av vattendelare. Grundvattenförekomst används härvid som ett centralt begrepp för att ange det grundvatten som finns inom ett avgränsat område. För en grundvattenförekomst kan bl.a. nybildningen, avrinningen och uttagen av grundvatten beräknas.

Vid sidan av begreppet grundvattenförekomst används i grundvattensammanhang ofta också begreppen grundvattentillgång, grundvattenmagasin och akvifer. Ordet grundvattentillgång kan därvid användas för att beteckna en grundvattenförekomst eller del därav som är tillgänglig för ett visst användningsområde. Termen grundvattenmagasin och akvifer används vanligen för en grundvattenförekomst eller del därav som kan utvinnas via en eller flera brunnar och som är så stor att den har betydelse för vattenförsörjning. Definitionsmässigt anses de båda termerna dock snarare syfta på det medium som grundvattnet förekommer i än på grundvattnet i sig. Utredningen kommer i detta delbetänkande att i huvudsak använda begreppet grundvattenförekomst.

En grundvattenförekomsts storlek beror på många olika faktorer. Förutom det aktuella områdets areal och nederbörden är också de geologiska förhållandena av avgörande betydelse. Markens por- och sprickvolym bestämmer således hur mycket vatten som kan magasineras inom det område som förekomsten omfattar. Exempelvis kan en isälvsavlagring med sand och grus rymma mycket vatten, varvid förändringarna i grundvattennivån till följd av tillskott eller bortledande av grundvatten blir långsamma och små. I morän eller urberg med liten por- eller sprickvolym finns mindre vatten i en grundvattenförekomst och variationerna i grundvattennivån blir därmed snabbare och större. Flertalet enskilda vattentäkter i Sverige finns i områden där grundvattenförekomsterna är av det sistnämnda slaget.

För Sveriges vattenförsörjning är både ytvatten och grundvatten av stor betydelse. Den kommunala vattenanvändningen beräknas till närmare 1 000 miljoner kubikmeter per år, varav drygt hälften från ytvatten och ca en fjärdedel från naturligt grundvatten. Den återstående fjärdedelen kommer från anläggningar med s.k. konstgjord grundvattenbildning där grundvatten-

bildningen förstärkts genom infiltration av ytvatten. Den vattenanvändning som tillgodoses genom enskild vattenförsörjning beräknas till ca 100 miljoner kubikmeter per år, varav ca en tiondel avser fritidsboendet. Den enskilda vattenförsörjningen är helt beroende av grundvatten. Industrin, som är den totalt sett dominerande vattenanvändaren i Sverige, och jordbruket tillgodoser däremot sina behov till största delen genom ytvattentäkter.

2.1.2 Grundvattnets förekomst

Hur mycket grundvatten som bildas och var det finns är förhållanden som endast i begränsad utsträckning påverkas av mänsklig aktivitet. Nybildningen av grundvatten styrs i huvudsak av klimatiska faktorer, dvs. främst nederbördens storlek i olika områden och avdunstningen. Hur snabbt avrinningen sker och vilken kapacitet för magasinering av grundvatten som finns inom olika områden är beroende av markförhållandena.

Lokalt kan ändå grundvattenförekomster i hög grad påverkas genom olika åtgärder av människan. Å ena sidan kan som nämnts nybildningen ökas genom infiltration av ytvatten. Å andra sidan kan grundvattenförekomster hotas genom t.ex. stora täktföretag eller genom vägbyggen och annan samhällsutbyggnad som kan inverka både på nybildningen och avrinningen av grundvatten inom ett område. Också storleken av de uttag av grundvatten som sker inom ett område påverkar naturligtvis den aktuella grundvattenförekomsten.

I det följande lämnas en översiktlig redovisning av grundvattenförekomsterna i jordlager resp. berggrund för olika regioner i Sverige.

Grundvatten i jordlager

Grundvattenförekomsterna i jordlager i Sverige är i allmänhet jämförelsevis små. De största vattenvolymerna finns i de sand- och grusavlagringar som bildades under och efter den senaste nedisningen. I jordlagren förekommer grundvattnet i porer, dvs. i utrymmet mellan jordpartiklarna.

Med avseende på grundvattentillgången i jordlager kan Sverige ur hydrogeologisk synvinkel delas in i ett antal regioner. En sådan är Skåne, med undantag för de centrala och nordligaste delarna. Sand- och grusavlagringar

intar där förhållandevis stora ytor. Framför allt sådana som överlagras av morän har visat sig ha goda förutsättningar för stora grundvattenuttag.

Resten av Sydsverige kan beträffande grundvatten i jordlager delas upp i flera delområden. Det största omfattar sydsvenska höglandet med omgivningar vilka också inkluderar Blekinge. I delområdet dominerar olika moränjordarter, ur vilka vanligen bara små grundvattenvolymer kan utvinnas. Ett andra delområde är kustlandet och ådalarna i Halland, där isälvsavlagringar har stor utbredning och nederbörden är riklig. Det gör att förutsättningarna för stora grundvattenuttag är goda. Mellersta och södra Kalmar län har skilts ut som ett särskilt delområde beroende på att isälvsavlagringarna i form av rullstensåsar är flera och större än i Smålands inland. I och med att området ligger i regnskugga av höglandet är dock nederbörden knapp och soltimmarna många, vilket innebär att grundvattenbildningen är liten. De naturliga grundvattenförekomsterna är därför förhållandevis små, men goda möjligheter till förstärkning genom konstgjord grundvattenbildning finns. I delområdet mellan Oskarshamn och Norrköping saknas i princip större isälvsavlagringar. Små s.k. läsidesbildningar är dock vanliga men räcker inte till för några större grundvattenuttag.

På Öland och Gotland förekommer jordlager av betydelse för grundvattenutvinning sparsamt, men där de finns spelar de en betydelsefull roll för den lokala vattenförsörjningen. Sand- och grusfält är visserligen vanliga, men de är tunna och ger inga större vattenmängder. Temperatur- och nederbördsförhållandena gör att området är känsligt för utdragna torrperioder.

En annan region omfattar norra Halland, västra Västergötland, Bohuslän, Dalsland och sydvästra Värmland. Även här är större sand- och grusavlagringar sparsamt förekommande. Sänkorna i terrängen är ofta fyllda med lera och kan inte heller användas för vattenförsörjning utom i de fall det finns sand- eller gruslager under leran. Tillsammans med området mellan Oskarshamn och Norrköping utgör denna region totalt sett den som från geologisk synpunkt har de sämsta förutsättningarna i Sverige för grundvattenuttag ur jordlager.

Den östra delen av Svealand, med undantag av östra Uppland, samt södra Norrlands kustland utgör ännu en region. Den karaktäriseras av tämligen rikligt förekommande, stora rullstensåsar, som vanligen ger goda möjligheter till stora vattenuttag. Även jordtäckta berggrunds-dalar kan innehålla

vattentillgångar av intresse, särskilt om jordlagren på djupet består av grovkornigt material. Måttlig nederbörd och tämligen hög avdunstning under sommarhalvåret gör att även denna region tidvis kan drabbas av problem med vattentillgången.

Östra Uppland skiljer sig från områdena västerut på så sätt att rullstensåsarna är mindre och färre. Utsikterna till stora grundvattenuttag är därför måttliga, utom lokalt i den nordligaste delen. Roslagens attraktionskraft för fritidsboende i kombination med de begränsade möjligheterna till vattenuttag har skapat problem för vattenförsörjningen, främst i form av inträngning av saltvatten i vissa brunnar.

Mellersta och norra Norrlands kustland kan sammanföras till ytterligare en region, där gynnsamma förutsättningar för stora grundvattenuttag främst finns i sand- och grusavlagringar i älvdalarna. I åsar mellan älvarna är grundvattenförekomsterna betydligt mindre.

Svealands och Norrlands inland utom fjällområdena kan betraktas som ännu en region, med vissa likheter med inre Götaland. De dominerande jordarterna är morän och torv. Sand- och grusavlagringar förekommer vanligen glest, och rullstensåsarna har ofta terränglägen och kornstorleksammansättningar som gör att de inte innehåller större grundvattenmängder. I dalgångar kan dock förhållandena vara bättre, liksom i de deltabildningar som uppträder vid den s.k. högsta kustlinjen, dvs. där det tidigare varit hav.

Sveriges kalfjällsområden utgör den sista av de regioner som utskilts beträffande grundvatten i jordlager i landet. De hydrogeologiska förhållandena är fortfarande så gott som okända, och det har hittills inte heller ansetts finnas något större behov av att undersöka dem närmare annat än för vattenförsörjningen för enstaka större fritidsanläggningar.

Grundvatten i berggrund

Jämfört med t.ex. kontinentala Europa är grundvattenförekomsterna i Sveriges berggrund begränsade. Bara i Skåne och sporadiskt i övriga delar av landet finns förutsättningar för stora grundvattenuttag. Ytmässigt förekommer det mesta grundvattnet i Sveriges berggrund i sprickor. I vissa yngre sedimentära lager, såsom i Skåne och på Listerlandet, finns dock mycket grundvatten i bergarternas porer eller i både porer och sprickor. I

ren kalksten av högre ålder, som t.ex. på Öland och Gotland, liksom i urberget, är förekomsterna helt bundna till sprickor och krosszoner i berggrunden.

Med avseende på olika förutsättningar för grundvattenuttag i berg kan Sverige delas upp i fyra typområden. Det första är sydvästra Skåne och Kristianstadsslätten, som ligger i en randzon mellan det svenska urbergsområdet och mäktiga sedimentbergsområden på kontinenten. På Kristianstadsslätten är det främst sandstenen som är intressant, även om den överlagrande kalkstenen också innehåller betydande vattenmängder. I sydvästra Skåne är de ytliga, sprickrika och ställvis porösa kalkstenarna av störst betydelse för grundvattenutvinning ur berggrunden. Grundvattenförekomsterna i berggrunden är över lag goda i området.

En annan typ av berggrundsområde utgör de delområden med kambrosilurisk berggrund och prekambrisk sandstensberggrund som finns spridda över landet. Från grundvattensynpunkt är de viktigaste bergarterna sandstenar med por- och sprickakviferer och kalkstenar med sprick- och karstsprickakviferer.

Urberget utgör en tredje områdestyp avseende grundvatten i Sveriges berggrund. Det svenska urberget med dess olika strukturer har formats genom en rad bergskedjeveckningar, vulkanisk aktivitet och andra rörelser i jordskorpan. Förutsättningarna för stora grundvattenuttag får i stort betraktas som dåliga.

Fjällkedjans berggrund utgör den fjärde områdestypen. Grundvattenförhållandena i området är dåligt kända, och det ringa antalet kända brunnar tillåter inte några tillförlitliga medianvärdesberäkningar. De berggrundsgeologiska förhållandena låter dock ana att möjligheterna till grundvattenuttag varierar i hög grad och att stora grundvattenmängder borde kunna utvinnas på vissa håll.

2.1.3 Grundvattnets kvalitet

Även om ytvatten svarar för ca hälften av Sveriges kommunala konsumtionsvattenförsörjning eftersträvas i första hand grundvatten för detta ändamål. Orsaken är grundvattnets ofta låga, jämna temperatur, att det är fritt från organiska föroreningar och att det innehåller nyttiga ämnen som

lösts ur marken. Enskild vattenförsörjning baseras som tidigare nämnts så gott som uteslutande på grundvatten. Från borrhåll eller grävda brunnar används vattnet vanligen helt utan behandling. Grundvattnet i Sverige är över lag av god beskaffenhet. Kvaliteten varierar dock, liksom tillgången, mellan olika delar av landet, mellan olika år och under året.

Grundvatten är vanligen klart, färglöst och utan lukt och med en angenäm frisk smak. Att det är så beror på att grundvattnet har genomgått en reningsprocess. Marken och den omättade zonen kan liknas både vid ett mekaniskt filter och vid en depå med kemiska substanser för tillsatser till det passerande vattnet. Grundvatten bildas av nederbördsvatten. Nederbördsvattnet har ett lågt innehåll av kemiska ämnen i jonform främst natrium, kalium, kalcium, magnesium, ammonium, väte, sulfat, nitrat och klorid samt lösta gaser som kväve, syre och koldioxid. Men kemiska substanser tillförs marken även i form av partiklar och gaser, s.k. torrt nedfall.

Vilka kemiska substanser och mängden av kemiska substanser som tillförs vattnet på dess väg genom marken beror på vilka mineral som ingår i jordmaterialet, på hur stor kontaktytan är och på hur lång kontakttiden är mellan mineral och vatten. Lättvittrade mineral och finkorniga jordarter, som innebär både stor kontaktyta och lång kontaktid, befrämjar jonbytesprocesser och vittring, vilket generellt ger vattnet en stor mängd kemiska substanser.

De kemiska substanser som naturligt förekommer i marken och därigenom tillförs grundvattnet kan påverka vattnets kvalitet både positivt och negativt. På många håll tillförs grundvattnet härutöver kemiska substanser som härrör från människans aktiviteter och som påtagligt kan förändra grundvattnets sammansättning, ibland så mycket att dess användbarhet begränsas. Det kan vara fråga om påverkan av långtransporterade luftföroreningar, som i stort sett berör hela landet eller av markanvändningen, t.ex. skogsbruk eller jordbruk som har större betydelse på den regionala nivån. Det kan också vara frågan om lokal påverkan från deponier m.m. Även oförsiktig användning av grundvattenresursen kan lokalt påverka grundvattnets kemiska sammansättning t.ex. genom saltvatteninträngning i bl.a. kustnära områden.

Då vatten både globalt och lokalt är i ständig rörelse är vattnet den kanske viktigaste transportören av både nyttiga och onyttiga ämnen. Eftersom

grundvattnet är en del i vattnets kretslopp påverkas grundvattnet av samma hot som andra delar i detta kretslopp. Man kan också vända på detta och säga att det som hotar grundvattnet hotar även vattnet i andra former.

Då vattnets uppehållstid i marken genomsnittligt är relativt lång i förhållande till t.ex. i vattendrag och sjöar tar det också relativt lång tid att omsätta de vattentransporterade föroreningarna i grundvattenförekomsterna. Det kan således dröja innan en grundvattenförekomst blivit påverkad av de föroreningar som tillförts nederbörd, mark och ytvatten. När å andra sidan grundvattnet väl fått en hög belastning av förorenade ämnen, t.ex. kväveföreningar, kan dessa också under lång tid finnas kvar i en grundvattenförekomst och därifrån sakta läcka ut till vattendrag, sjöar och hav.

De hittills allvarligaste lufttransporterade föroreningarna, som dessutom till största delen kommer från utländska utsläpp, är svavel och vissa tungmetaller. Den ökade förbränningen av fossila bränslen har medfört att nederbörden blivit allt surare. Den sura nederbörden har påverkat grundvattnets kemiska sammansättning i olika stor utsträckning beroende på markens förmåga att neutralisera den sura nederbörden. Jämfört med länder med övervägande kalkhaltig sedimentär berggrund erbjuder vår berggrund dåliga förutsättningar för neutralisationsprocessen. Påverkan av sur nederbörd är mycket stor i huvuddelen av södra Sverige, speciellt i grunda brunnar. I områden med kalkhaltiga jordar klarar sig grundvattnet dock bättre, trots stort nedfall.

Försurningen kan också medföra förhöjda halter av tungmetaller i grundvattnet. Tungmetallhalterna i grundvattnet är i allmänhet mycket lägre än de halter som betraktas som hälsovådliga. För människan hälsovådliga halter av tungmetaller kan däremot uppkomma genom korrosion på vattenledningar, kopplingar, hydroforer m.m. till följd av surt aggressivt vatten. Detta ses hittills som den allvarligaste hälsoeffekten av det sura nedfallets påverkan på grundvattnet.

Kärnkraftshaveriet i Tjernobyl gav oss en påminnelse om sårbarheten hos en stor del av livsmedelsförsörjningen på grund av långtransporterade radioaktiva föroreningar. Grundvattnet anses dock ha klarat sig väl eftersom cesium binds till markpartiklar och därför i ringa mängd följer med markvattnet ned till grundvattennivån.

Brukningsmetoderna inom jordbruk och skogsbruk kan innebära risker för oönskad påverkan på grundvattnet framför allt genom läckage av kväveföreningar men också genom rester av bekämpningsmedel. Vanligtvis är nitrathalterna i grundvatten låga. Där användningen inom jordbruket av stallgödsel eller kvävehaltigt handelsgödsel är stor och givorna större än vad grödorna förmår ta upp kan läckage till grundvattnet dock uppkomma. Problem med höga nitrathalter förekommer på många håll i södra Sveriges jordbruksbygder, speciellt i Skåne och Halland och i ytligt grundvatten. På Kristianstadsslätten har höga nitrathalter uppmätts även i det djupa grundvattnet i den för vattenförsörjningen så viktiga sandstensberggrunden.

I tätbebyggda områden är hoten mot grundvattnets kvalitet av många olika slag. Det kan gälla infiltration från läckande dagvatten- och avloppsvattenledningar, läckage från oljetankar, spill och utsläpp från t.ex. bensinmackar, verkstäder och industrier, lakvatten från avfallsdeponier m.m. Olyckor vid miljöfarliga transporter och annan hantering av farliga ämnen kan innebära stora hot mot grundvattenförekomster. Stora grundvattenuttag inom sådana områden kan också medföra att vatten från större djup dras in mot brunnarna, vilket kan medföra ökade halter av skadliga ämnen i vattnet.

2.2 Enskild vattenförsörjning

2.2.1 Inledning

När det gäller vattenförsörjningen för samhällenas och hushållens behov brukar man tala om antingen kommunal vattenförsörjning eller enskild vattenförsörjning. Till den kommunala vattenförsörjningen hör sådana anläggningar som drivs av kommun. Också anläggning som drivs av annan än kommun men som förklarats för allmän enligt 31 § lagen (1970:244) om allmänna vatten och avloppsanläggningar brukar i detta sammanhang hänföras till kategorien kommunal vattenförsörjning. Samma sak gäller för enskild anläggning som, utan att ha allmänförklarats, har ett förordnande enligt 17 § Livsmedelsverkets kungörelse (SLV FS 1993:35) om dricksvatten.

Gemensamt för nu angivna kommunala eller allmänna anläggningar är att de lyder under bestämmelserna i livsmedelslagen (1971:511). Med stöd av denna lag krävs dricksvattenkvalitet fram till förbindelsepunkten mellan

vattenförsörjningsanläggningen och den enskilda fastighet som är ansluten till anläggningen. Vattnets kvalitet skall därigenom undergå regelbunden kontroll innan det når konsumenterna. Livsmedelsverket har den centrala tillsynen över livsmedelslagens efterlevnad. Verket har givit ut föreskrifter samt allmänna råd för dricksvattenkontrollen. För den lokala tillsynen svarar kommunens miljö- och hälsoskyddsnämnd.

Den dricksvattenförsörjning som inte utgör kommunal vattenförsörjning enligt vad som ovan nämnts betecknas i stället som enskild vattenförsörjning. Vattnet tas därvid i allmänhet från en enskild grundvattenbrunn som försörjer en eller ett par fastigheter. Även mindre anläggningar i övrigt, bestående av en eller flera vattentäkter med tillhörande ledningssystem, som drivs av ett antal fastighetsägare gemensamt hänförs till kategorien enskild vattenförsörjning när förordnanden enligt va-lagen eller livsmedelslagen inte finns. För den enskilda vattenförsörjningen gäller hälsoskyddslagen (1982:1080) enligt vilken Socialstyrelsen och Naturvårdsverket har centrala tillsynsuppgifter. Också i detta fall är miljö- och hälsoskyddsnämnderna lokala tillsynsmyndigheter. Någon löpande kontroll från samhällets sida sker normalt inte när det gäller den enskilda vattenförsörjningen utan ingripanden från tillsynsmyndighet förekommer i regel bara efter anmälningar om att hälsorisker föreligger. Ansvar för att det finns tillräckligt med vatten i enskilda brunnar och att detta vatten har godtagbar kvalitet ligger därför i praktiken på den enskilde fastighetsägaren.

En betydande del av hushållens vattenbehov tillgodoses genom enskild vattenförsörjning. Ca 1,2 miljoner permanentboende baserar sin vattenförsörjning på vatten från egna brunnar. Om fritidsboendet tas med beräknas drygt 2,5 miljoner människor till större eller mindre del utnyttja vatten från enskilda vattentäkter. Permanentboende med egna vattentäkter återfinns huvudsakligen utanför tätbebyggda områden och i kommuner utan dominerande tätbebyggelse. Andelen permanentboende med egen vattenförsörjning varierar från kommun till kommun från några få procent till över 50 procent.

Antalet enskilda brunnar för permanentboendes vattenförsörjning uppskattas till ca 400 000, varav cirka hälften är borrhälsar i berg eller i djupa jordlager och övriga är grävda eller anlagda på annat sätt. Antalet brunnar för fritidsboende är mycket osäkert men uppskattas till mellan 200 000 och 400 000. Närmare uppgifter om brunnsutföranden saknas. Man vet

emellertid att en stor del av brunnarna är enkelt utförda och har dåligt skydd mot påverkan.

Årligen anläggs genom etablerade brunnborrare mellan 5 000 och 10 000 brunnar. Av dessa nytillkomna brunnar uppskattas att mellan 1 000 och 2 000 brunnar anläggs i samband med nybyggnad av permanentbostäder som inte kan anslutas till kommunal vattenförsörjning och att lika många anläggs för fritidsboende. Antalet kan uppskattas med ledning av uppgifter som lämnas enligt lagen (1975:424) om uppgiftsskyldighet vid grundvatten-täktsundersökning och brunnborrning. Lagen föreskriver att den som yrkesmässigt utför grundvattenundersökning eller brunnborrning är skyldig att lämna skriftlig uppgift om arbetet och dess resultat till SGU. I ekonomiska termer uppskattas att nyetableringen av brunnar omsätter ca 400 miljoner kronor årligen.

Det finns i Sverige drygt hundratalet brunnborrningsföretag. Av dessa är ca 70 stycken organiserade i de två branschorganisationerna Svenska brunnborrares branschorganisation, Geotec, eller Sveriges Avantiborrare förening.

Förutom de brunnar som anläggs av brunnborrningsföretag anläggs ett okänt antal brunnar genom fastighetsägares försorg främst genom att brunnar grävs i egen regi.

2.2.2 Kvalitetsproblem

Som tidigare nämnts förekommer i huvudsak ingen löpande offentlig tillsyn av de enskilda brunnarna. Många fastighetsägare har emellertid problem med sitt brunnsvatten i form av dålig vattenkvalitet eller bristande tillgång på vatten. Oftast beror kvalitetsproblem på att grundvattnet innehåller höga halter av vissa ämnen som medför komplikationer, men det är inte heller ovanligt att det är en brunn eller en vattenberedningsutrustnings felaktiga konstruktion eller placering eller dåligt underhåll som är orsaken. Påverkan från eget eller närliggande fastigheters avloppsvatten är inte sällan orsak till problem när det gäller den enskilda vattenförsörjningen.

Livsmedelsverket har på regeringens uppdrag kartlagt dricksvattensituationen i Sverige (SLV rapport 1990:7). I rapporten konstateras bl.a. att vatten från enskilda brunnar generellt har sämre kvalitet än det som levereras från

allmänna anläggningar. I den allmänna vattenförsörjningen är vatten bara i undantagsfall otjänligt, men inom den enskilda vattenförsörjningen är otjänligt vatten inte ovanligt enligt rapporten.

Kunskaperna om vattenkvaliteten i enskilda brunnar är begränsade. Detta gäller framförallt grävda brunnar. Den enda undersökningen av nationell omfattning initierades av Naturvårdsverket under 1980-talet och avsåg försurningsproblemen. I SGU:s databaser finns uppgifter från ca 20 000 nyanlagda borrhälsbrunnar som visar vattnets kemiska sammansättning. Ur detta material kan en översiktlig bild fås av hur många brunnar som inte uppfyller Livsmedelsverkets riktvärden och som därmed i många fall skulle behöva åtgärdas. I det följande kommenteras några av de vanligaste problemen i sammanhanget.

Vatten med höga halter av mikroorganismer kan ge hälsomässiga effekter. Orsaken kan vara påverkan från läckande avloppsrör eller gödselhögar i kombination med en brunn i dåligt skick. En undersökning från Skåne visar att många brunnar har höga halter av mikroorganismer speciellt under sensommaren. Undersökningen visar att så många som 40 procent av de grävda brunnarna hade otjänligt vatten men endast ca 10 procent av de bergborrade.

De metaller som kan förekomma i dricksvatten och som har betydelse från hälsosynpunkt är i första hand kadmium, bly, koppar, arsenik och aluminium. De undersökningar som är gjorda visar att halterna i grundvatten normalt ligger långt under gällande gränsvärden. Undantag finns dock. Förhöjda halter av arsenik har t.ex. registrerats inom områden med sulfidmineraliseringar och av aluminium inom försurade områden. Koppar kan lösas ut när vatten med lågt pH-värde stått i vattenledningar en tid. Mycket höga halter har därvid registrerats. Förhöjda halter av bly och kadmium har också noterats som en effekt av utlösning från material i vatteninstallationer. Halterna minskar kraftigt efter det att vattnet omsatts i ledningarna.

Naturvårdsverket har uppskattat att ca 70 000 enskilda vattentäkter behöver åtgärdas på grund av surt vatten. Problemen är störst i södra Sverige men förekommer, om än i mindre omfattning, över hela landet utom i områden med kalkrik jord eller berggrund.

Järn och mangan är de ämnen som orsakar mest problem av teknisk art vid nyttjande av grundvatten. Vid mycket höga halter kan problem förekomma med utfällningar, missfärgning av vatten, sanitetsporslin och tvätt samt med metallisk smak. Problemen finns över hela landet.

Hårt vatten, dvs. vatten med höga halter av kalcium, kan ge problem med kalciumkarbonatutfällningar i vatteninstallationer, t.ex. diskmaskiner och värmepannor. Problem är vanligt förekommande i regioner med hög kalkhalt i berg eller jord.

Höga nitrathalter kan ge hälsomässiga effekter, exempelvis försämrad syreupptagning i blodet. Vid förhöjda halter i enskilda vattentäkter är orsaken ofta påverkan från avloppsinfiltrationsanläggningar eller från gödsling på närliggande åkermark. Höga halter kan även förekomma naturligt i bergborrade brunnar i syrefattig miljö. I en undersökning från Malmöhus län uppskattas att 100 000 svenskar med egna brunnar dricker vatten med för höga nitrathalter.

Förekomst av svavelväte orsakar en mycket obehaglig lukt. Problemen är vanligast i bergborrade brunnar i syrefattig miljö inom områden med sedimentär berggrund.

Radon i grundvatten är ett alltmer uppmärksammat problem. Det är främst grundvatten från täkter anlagda i unga graniter som kan innehålla radon. Radon är lösligt i vatten men avgår till större delen till luften vid t.ex. tvätt, disk och dusch, varvid risk föreligger vid inandning. Undersökningar på senare tid har visat att det också kan vara risker med att dricka vatten med höga radonhalter.

Höga halter av fluorid är vanligt förekommande i bergborrade brunnar över hela landet. Intag av höga halter kan medföra hälsoeffekter. Över 30 procent av nyanlagda brunnar har halter som överstiger Livsmedelsverkets hälsomässiga gränsvärden.

Salt grundvatten har inom vissa områden blivit ett allt vanligare problem. Grundvatten i Sverige har vanligtvis låga kloridhalter, mellan 1 och 30 mg/l vatten. Problem med höga kloridhalter förekommer emellertid i områden som tidigare har varit täckta av salt eller bräckt vatten efter den senaste nedisningen. Sådant så kallat relik salt havsvatten finns ofta kvar i låglänta

områden, där omsättningen av grundvattnet är mycket långsam. I större delen av det område som någon gång efter den senaste nedisningen legat under havsvatten har ungefär 10 procent av de kända brunnsvattenanalyserna visat förhöjda kloridhalter varmed avses mer än 100 mg/l vatten. För Skåne är procentandelen något större. På Gotland har höga salthalter konstaterats i nästan hälften av de brunnar som undersökts och rapporterats till SGU.

De främsta problemen med salt grundvatten är smaken och korrosiviteten. Att behandla ett salt grundvatten är också dyrt. Enligt Livsmedelsverket ges anmärkning från teknisk synpunkt om kloridhalten överstiger 100 mg/l. Anmärkningen föranleds av risken för korrosion. Överstiger halten 300 mg/l börjar saltsmaken ge sig till känna, vilket medför att vattnet också är mindre lämpligt som dricksvatten.

Det kan finnas flera orsaker till att salt grundvatten tränger in i brunnar. En orsak är alltför djupt borrhade brunnar. Brunnar kan också genom vattenförande sprickor ha kontakt med djupt liggande salta grundvattenförekomster. Stora sötwateruttag i kustområden och på skärgårdsöar liksom i områden med relik salt grundvatten medför att salt grundvatten kan tränga uppåt och påverka brunnarnas vatten. I strandnära områden vid havet kan stora vattenuttag också medföra inströmning av havsvatten till brunnarna.

Den vanligaste orsaken till att problem med saltvatten uppstår i en brunn bedöms vara brunnens tekniska utformning, dvs. främst borrhjupet och brunnens läge i förhållande till vattenförande sprickor, som bl.a. kan ha förbindelse med djupare liggande salta grundvattenförekomster. Problemen accentueras genom att brunnar borrar allt djupare med dagens borrhjup. Problemet är väldokumenterat genom bl.a. uppgifter i SGU:s brunnarkiv.

Saltvatteninträngning kan också bero på att uttagen av sötwater är för stora. Det är emellertid inte närmare belagt hur stor del av problemen med saltvatteninträngning som kan anses förorsakas av för stora sötwateruttag. De största riskerna för denna typ av problem föreligger i områden med tät permanent- och fritidsbebyggelse längs kusterna, på öar och i låglänta delar nära stora sjöar och vattendrag i Mellansverige. Det är delvis fråga om samma områden där problem med brist på vatten i enskilda brunnar har visat sig. Farhågor för att stora sötwateruttag kommer att medföra ökade problem med salt grundvatten i brunnar kommer allt oftare till uttryck från bl.a. berörda kommuner.

För att bli av med avloppsvatten väljs inte sällan att infiltrera det förorenade vattnet i marken i stället för att släppa ut det i ett ytvattendrag. Detta gäller särskilt avloppsvatten från enskild bebyggelse utanför tätbebyggda områden. En stor mängd av de enskilda hushållen och fritidsboendet infiltrerar sitt avloppsvatten i marken och därmed till grundvattnet. En stor del av de vattenlösliga ämnena i avloppsvattnet sprids därvid antingen till grundvattnet eller till något ytvattendrag. Förutom de mikroorganismer som förekommer i avloppsvattnet är det främst kväve- och i viss mån fosforföreningar som sprids och kan påverka grundvattnet genom dessa anläggningar. Givetvis förekommer också i små mängder andra typer av föroreningar i hushållens avloppsvatten, t.ex. tungmetaller och olika organiska föroreningar. Bakterier dör oftast snabbt i marken, varför en bakteriepåverkan oftast är mycket lokal. Det förekommer dock relativt ofta att bakterier kan påverka näraliggande brunnar.

Avloppsvattnet kan utgöra en betydande del av grundvattenbildningen i en grundvattenförekomst där flera infiltrationsanläggningar finns. Vid varje brunn där ett vattenuttag sker återförs huvuddelen av vattnet till marken i samma område såsom avloppsvatten, mer eller mindre förorenat. När avloppsvattnet infiltreras till grundvattnet i brunnens närområde är risken stor att problem kan uppstå för det egna dricksvattnet eller för hela grundvattenförekomsten. Riskerna för påverkan ökar ju fler fastigheter som tar vatten ur samma grundvattenförekomst och samtidigt infiltrerar avloppsvattnet i brunnarnas omedelbara närhet. Vatten som är förorenat av avloppsinfiltration åtgärdas genom att föroreningskällan avlägsnas eventuellt i kombination med att vattnet behandlas och marken saneras. Alternativt kan ny vattentäkt anläggas utanför det förorenade området.

Om problem med vattnets kvalitet uppkommer i hushåll med egen brunn är den vanligaste åtgärden att installera någon typ av utrustning för vattenberedning. Ca 20 procent av hushållen med egen vattenförsörjning uppskattas ha någon typ av beredningsutrustning för sitt vatten. Det finns på marknaden olika typer av utrustningar beroende på vilket vattenproblem som förekommer. Nedan nämns några olika typer av vattenproblem och med vilken metod de vanligen kan åtgärdas i små enskilda vattentäkter:

- Sura vatten kan filtreras genom alkalisk massa.
- Järn och manganrika vatten kan oxideras och filtreras genom sand.
- Hårda vatten kan åtgärdas genom jonbyte.
- Smittförande vatten kan beredas med hypoklorit eller ultraviolett ljus.

- Nitratrika vatten kan i viss utsträckning beredas med jonbyte.
- Fluoridrika vatten kan beredas med jonbyte eller omvänd osmos.
- Kloridrika vatten kan beredas genom omvänd osmos. När det gäller problem med saltvatteninträngning på grund av för stora sötvattenuttag är beredning av det salthaltiga vatten som tas ur brunnarna dock inte någon lämplig åtgärd eftersom den kan medföra ökade uttag som ytterligare förvärrar problemen.

2.2.3 Problem med vattenbrist

Brist på grundvatten vid enskild vattenförsörjning kan i och för sig sägas föreligga både då den vattenmängd som kan utvinnas ur en eller flera brunnar är för liten för att tillgodose fastighetens eller fastigheternas mera elementära vattenbehov och då vattnets kvalitet är så dålig att vattnet inte kan användas som dricksvatten. Problemen har dock i allmänhet olika orsaker och lösningarna skiljer sig också normalt från varandra. Utredningen har därför valt att behandla problemen åtskilda. I det föregående har därvid kortfattat berörts några av de viktigaste problemen som rör vattenkvaliteten i samband med enskild vattenförsörjning. Generellt kan den bedömningen göras att problemet att vattnet i enskilda brunnar har dålig kvalitet är vanligare och större än problemet att vattnet i brunnarna inte räcker.

I vissa regioner kan dock problemen med egentlig vattenbrist vara betydande, i varje fall lokalt. Problemen kan i vissa områden också sammanfalla på det sättet att ett hårt utnyttjande av begränsade grundvattenförekomster kan leda till att man når eller utnyttjar vattenförande lager där vattnet är av sämre kvalitet. I de områden där saltvatteninträngning är vanligt förekommande kan man således säga att det ofta föreligger såväl ett kvalitetsproblem som ett kvantitetsproblem.

Egentlig brist på vatten föreligger när en brunn sinar eller tillrinningen är för liten. Orsaken till detta kan vara att markområden dräneras vid t.ex. vägbyggen, dikningsföretag m.m., att en brunn tar vattnet från en annan brunn, att man är inne i en period med ingen eller endast liten grundvattenbildning eller att man tar ut mer vatten än vad som rinner till.

Den dominerande orsaken till vattenbrist bedöms vara naturliga variationer i grundvattenbildningen. Att en brunn sinar i en period med ingen eller endast liten grundvattenbildning är vanligt främst när det gäller brunnar som

utnyttjar ytliga och små grundvattenförekomster, vanligen grävda brunnar. Man har då helt enkelt använt mer vatten än vad som funnits i den för brunnen åtkomliga grundvattenförekomsten. Det är i detta fall ofta brunnen i sig själv som utgör begränsningen, inte brist på mängden grundvatten i området. Problemet angrips vanligen genom nyanläggning av brunn.

Orsaken till att en brunn sinar för att man tar ut mer vatten än som rinner till kan också vara att brunnskapaciteten är för liten. Brunnskapaciteten är beroende av markens porositet eller sprickvolym. Dessa faktorer reglerar den möjliga tillrinningen. I berggrund kan man med s.k. högtrycksspolning eller sprängning öka tillrinningen genom att man vidgar sprickor eller når nya vattenförande sprickor. I jordlager kan förbättringar göras av brunnsutformningen för att öka tillrinningen.

I de nu berörda fallen kan vattenbristen inte sägas bero på att den grundvattenförekomst som i och för sig är tillgänglig för fastigheten eller fastigheterna inte skulle räcka. Problemet är i stället att brunnsens utformning, djup eller placering är sådan att det inte går att utnyttja grundvattenförekomsten. Inom flera områden i Sverige, främst vid kusterna upplever man emellertid att en verklig brist på grundvatten föreligger. Huruvida bristen faktiskt beror på att den grundvattenförekomst som skulle vara möjlig att utnyttja är för liten finns det dock i allmänhet inte närmare utredningar om. Det anses därför svårt att göra en samlad bedömning av hur omfattande de områden är där en verklig vattenbrist föreligger i den meningen att de grundvattenförekomster som skulle vara möjliga att utnyttja inte räcker för att täcka behoven för dem som bor i respektive område. Översiktliga vattenbalansberäkningar och uppskattningar av grundvattenförekomsternas storlek visar dock att det finns åtskilliga områden med enskild vattenförsörjning och relativt tät bebyggelse där grundvattenförekomsterna är så begränsade att en verklig bristsituation föreligger.

Faktorer som kan leda till att en bristsituation uppkommer är dels att grundvattenförekomsterna är begränsade på grund av markbeskaffenheten och att det område inom vilket nybildning kan ske har liten yta, dels att nybildningen av grundvatten är begränsad på grund av klimatförhållandena, dels att vattenförbrukningen är stor på grund av relativt tät bebyggelse m.m. Risken för att bristsituationer ska kunna uppstå är givetvis större i områden där ovannämnda faktorer samverkar.

I Sveriges östra delar är nederbördsmängderna förhållandevis små (ca 600 mm/år) i jämförelse med övriga Sverige (ca 700-1200 mm/år). Detta innebär också sämre förutsättningar för grundvattenbildning i de östligaste landskapen, särskilt i kustområdena.

De geologiska miljöer från vilka grundvatten utvinns för enskild vattenförsörjning är främst berggrund och morän. Moränerna kan generellt sägas ge sämre möjligheter för en säker grundvattenförsörjning såväl kvantitativt som kvalitativt. En mycket stor del av brunnarna för enskild vattenförsörjning anläggs därför i berggrunden. Områden med små grundvattenförekomster i berggrunden är därför också områden där särskild risk för brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning kan föreligga. Sådana områden finns främst i Upplands, Stockholms, Södermanlands, Östergötlands, Göteborgs och Bohus och Blekinge län.

I kommuner inom nu nämnda regioner där det finns stor andel bebyggelse med enskild vattenförsörjning och ett stort fritidsboende föreligger särskilt stor risk för brist på vatten för enskild vattenförsörjning i vissa områden. Situationer med brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning bedöms dock endast kunna uppstå i begränsade områden inom kommunerna. Risken bedöms vara särskilt stor där tät permanent- eller fritidsbebyggelse föreligger. Sammanfattningsvis bedöms att risken för brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning finns lokalt främst längs våra kuster och på skärgårdsöar i allmänhet och därvid särskilt i de i det föregående stycket nämnda länen samt på Gotland och Öland.

3 Reglering av enskilda grundvattenuttag

3.1 Inledning

Av den tidigare redovisningen framgår att det finns åtskilliga problem vad gäller den enskilda vattenförsörjningen. De vanligaste och viktigaste av dessa problem anses vara sådana som berör brister i vattnets kvalitet. Till övervägande del är problem av detta slag möjliga att lösa genom tekniska åtgärder inom fastigheten. Svårigheterna består bl.a. i att den enskilde fastighetsägaren ofta har dåliga kunskaper både om de brister som kan föreligga och om vilka lösningar som finns. Genom att samhällets roll är begränsad när det gäller den enskilda vattenförsörjningen och genom att de närmast berörda myndigheterna har små resurser har den enskilde ofta svårt att få det bistånd han anser sig behöva. Kostnaderna för de insatser som berörda branschföretag erbjuder kan uppfattas som höga särskilt som det kan vara svårt att få säkra besked om vilka åtgärder som är de bästa.

Även om vattenbrist i enskilda brunnar generellt är ett mindre problem än att vattnet är av dålig kvalitet kan vattenbrist ändå lokalt vara en fråga av stor betydelse. Också i dessa fall kan den enskilde fastighetsägarens bristande kunskap, myndigheternas begränsade ansvar och kostnaderna utgöra hinder mot att problemen hanteras på ett effektivt sätt. Som nämnts i det föregående kan det också när vattenbrist uppstått i en brunn vara brister i utrustning eller brunnens placering, utformning och underhåll som är den egentliga orsaken till att brunnen inte ger tillräckliga vattenmängder. Sedan de fall som således kan lösas genom tekniska åtgärder på den enskilda fastigheten skilts ut återstår de situationer då en verklig brist på vatten kan sägas föreligga inom ett område och då en reglering av vattenuttagen ur områdets grundvattenförekomst därför är en åtgärd som kan bli aktuell. Det är därmed fråga om situationer som kännetecknas bl.a. av att samma problem berör flera fastigheter och att det därför är naturligt att gemensamma lösningar övervägs.

Också i de situationer då risk för saltvatteninträngning föreligger är en reglering av uttagen en åtgärd som i många fall kan behöva övervägas. Även i dessa fall kan tekniska åtgärder inte sällan lösa problemen. Inom framför allt vissa kust- och skärgårdsområden med tätare bebyggelse kan

emellertid de totala uttagen överstiga den mängd sötvatten som kan utvinnas ur grundvattenförekomsten. Följden av de alltför stora uttagen kan i dessa områden bli, inte att vattnet i brunnarna tar slut, utan att det blir salt. Eftersom de åtgärder som kan behöva övervägas vid risk för saltvatteninträngning således till en del sammanfaller med dem som är aktuella vid en egentlig vattenbrist finns skäl att behandla dessa två problem i ett sammanhang.

Utredningen kommer i detta delbetänkande att i avsnitt 3.4 redovisa sina överväganden och förslag vad gäller de problem i samband med den enskilda vattenförsörjningen där en reglering av vattenuttagen inom ett område är den åtgärd som närmast kan vara aktuell. I sitt fortsatta arbete kommer utredningen därefter att återkomma till vissa andra frågor som rör den enskilda vattenförsörjningen.

Eftersom grundvattenförhållanden ofta är komplicerade och bedömningar vad gäller effekterna av uttag m.m. svåra att göra krävs normalt s.k. hydrogeologiska undersökningar som underlag för ställningstaganden. I avsnitt 3.2 berörs vissa frågor som kan behöva klarläggas genom sådana undersökningar. Redovisningen grundas på den rapport av SGU som utgör bilaga 2 till detta delbetänkande. Redovisningen och rapporten gör inte anspråk på att vara en fullständig beskrivning eller en närmare bedömning av tillgängliga undersökningsmetoder utan syftar främst till att ge en uppfattning om undersökningsbehov, metoder och kostnader samt de svårigheter som kan föreligga i sammanhanget.

Frågor rörande uttag av grundvatten i samband med enskild vattenförsörjning berörs av lagstiftning inom flera områden. Till de viktigaste lagarna i sammanhanget hör vattenlagen (1983:291), hälsoskyddslagen (1982:180), plan- och bygglagen (1987:10) samt anläggningslagen (1973:1149). Utredningen lämnar i avsnitt 3.3 en kort redovisning för de bestämmelser i gällande rätt som är av störst intresse i detta sammanhang.

3.2 Hydrogeologiska undersökningsmetoder

3.2.1 Behovet av undersökningar

När vattenförsörjningen i ett område med enskilda brunnar framstår som hotad på grund av risk för vattenbrist eller saltvatteninträngning är det viktigt att problemets art och närmare omfattning klarläggs och att de tänkbara orsakerna analyseras. Först därefter är det i allmänhet meningsfullt att diskutera olika möjliga lösningar. Väsentligt är bl.a. att de fall som kan lösas med kanske relativt enkla och billiga åtgärder på den egna fastigheten identifieras innan mer kostsamma undersökningar startas och gemensamma åtgärder för ett helt område övervägs. För att man skall kunna konstatera att det är storleken på vissa enskilda vattenuttag eller på de totala uttagen inom ett område som har skapat eller riskerar att skapa problem för brunnar i området krävs i allmänhet en hydrogeologisk undersökning för att närmare klarlägga problemen och ange lösningarna.

Av grundläggande betydelse för att det skall gå att bedöma vilka närmare problem som föreligger vid en förmodad brist på grundvatten och vilka lösningar som är tänkbara är att man har kunskap om dels nybildningen av grundvatten inom det aktuella området, dels förutsättningarna för avrinning och magasinering av grundvattnet, dels också vattenbehovet inom området.

Klimatiska faktorer såsom temperatur, nederbörd och avdunstning är avgörande för grundvattnets nybildning. För att kunna beräkna nybildningen för ett område behöver man därför kunskap om dessa faktorer med bl.a. uppgifter om variationer under året och mellan år med olika väderförhållanden. Viktiga grundvattenbildningsperioder är vid snösmältning och höstregn. Under vår och sommar då växter suger upp en stor del av nederbörden och avdunstningen är hög sker ingen eller endast liten nybildning av grundvatten. Nybildningen och därmed också grundvattenvolymererna eller grundvattenförekomsternas fyllnadsgrad kan således variera såväl under längre perioder som säsongsvis.

Genom att en grundvattenförekomst fylls på genom den del av nederbörden som kan bilda grundvatten sker också en kontinuerlig avrinning från grundvattenförekomsten. På så sätt är grundvattnet i ständig rörelse från där det infiltrerar till där det läcker ut i bäckar, åar, sjöar eller i havet. Hur vattnet transporteras och rör sig i marken är beroende av topografiska och

geologiska förhållanden som behöver klarläggas. Grundvattnets omsättnings-tid varierar avsevärt från några timmar till tusentals år. Förändringarna i grundvattnets volym registreras genom grundvattennivåernas förändringar. Grundvattennivåförändringarna är således ett relativt mått på förändringar i grundvattnets volym. För att få ett mått på den verkliga vattenvolymen inom ett område måste man också ha kännedom om jordlagrens eller berggrundens effektiva porositet. Den senare varierar från t.ex. 0,01 procent i urberg till cirka 40 procent i en grusavlagring. Också nu berörda förhållanden behöver beräknas.

Grundvattenvolymerna kan också påverkas av människan antingen genom uttag av grundvatten via brunnar eller genom åtgärder som påverkar avrinningen, t.ex. dikning eller avledning av dagvatten från asfalterade ytor m.m. Är uttaget av grundvatten större än vad som nybildas till en grundvattenförekomst kommer en fortgående sänkning av grundvattennivån att ske, dvs. volymen grundvatten i grundvattenförekomsten kommer kontinuerligt att minska. Även om uttaget är mindre än vad som nybildas i en grundvattenförekomst ger det ändå upphov till en lokal avsänkning av grundvattenytan inom grundvattenförekomsten. Sker uttaget av grundvatten via en brunn kallas en sådan avsänkning brunnens sänktratt. Sänktrattens utbredning kallas brunnens influensområde. Ju större uttaget är desto större blir influensområdet. Inom brunnens influensområde sker en grundvattenströmning mot uttagspunkten, dvs. mot brunnen. Hur influensområdet kommer att se ut är beroende på markens uppbyggnad, dvs. de geologiska förhållandena. Dessa varierar vanligtvis i både horisontell och vertikal led. Att säkert fastställa en brunns influensområde är därför oftast svårt utan närmare undersökningar. Särskilt svårt är det att ange eller bedöma influensområdet i berggrund då influensområdet styrs av berggrundens spricksystem. Om flera brunnar ligger i samma grundvattenförekomst och deras influensområden påverkar varandra kompliceras bilden ytterligare.

Ett stort grundvattenuttag kan förutom till konflikter mellan brunnsägare leda till minskad grundvattenvolym och därmed till minskat flöde till ytvattendrag med risk för andra konflikter som följd. Stora uttag kan också leda till kvalitetsförändringar dels genom att naturliga kemiska förhållanden störs av uttaget och de variationer i grundvattenytan, som uttaget förorsakar, dels genom att brunnens influensområde når områden där grundvattnet förorenats av t.ex. avloppsinfiltration. Vidare kan uttagen leda till sänkning

av det hydrostatiska trycket med åtföljande risk för marksättningar och skador på t.ex. byggnader eller höjning av saltvattengränsen.

På samma sätt som en grundvattenförekomst påverkas av uttag av grundvatten ur brunnar sker en påverkan vid bortledning av grundvatten via dikningsföretag. Dikningar har en stor ytmässig utbredning medan en brunn är anlagd på en avgränsad plats. Dikningen berör endast den ytligare delen av grundvattenförekomsten medan en brunn påverkar densamma ned till större djup. Ett dikningsföretag kan genom sin ytmässigt stora utbredning dränera avsevärda mängder vatten på kort tid. Särskild betydelse har diken i perioder med stor grundvattenbildning, t.ex. vid snösmältning eller omfattande höstregn. Dikena avleder då stora mängder vatten som annars kunnat bilda grundvatten. På exempelvis Gotland och Öland har stora kanaler med anslutande mindre diken anlagts för att öka arealen jordbruksmark eller för att utnyttja jordbruksmarken effektivare. De stora kanalerna är grävda genom jordlagren och oftast nedsprängda en bit i den övre delen av berggrunden. En stor del av det tillgängliga grundvattnet återfinns just i den övre uppspruckna delen av berggrunden. Ju effektivare denna del av berget dräneras desto mindre tillgång till sött vatten kommer att finnas för t.ex. sommarperioden.

Även om man allmänt kan beskriva effekterna av stora vattenuttag eller av bortledning av grundvatten kan det vara svårt att definiera en gräns där man kan säga att överuttag föreligger. Överuttag kan definitivt anses föreligga om uttagen av grundvatten är större än den genomsnittliga årsvisa nybildningen av grundvatten för den aktuella grundvattenförekomsten. I detta fall är risken för konflikter av olika typer uppenbar. Om grundvattenuttagen är större än den periodvisa grundvattenbildningen, t.ex. för sommarmånaderna, kan problem uppstå periodvis i form av t.ex. sinande brunnar, saltvattenpåverkan m.m. under senare delen av sommaren. Om problem uppstått är det dock inte alltid klart att de beror på vad som kan betecknas som överuttag. Problem kan inte alltid hänföras till mängden vatten som tas ut. Problemet kan t.ex. också vara en felaktigt utförd brunnsanläggning. Detta bedöms som vanligt t.ex. vid saltvatteninträngning beroende på att brunnen borrats för djup. För att det skall gå att med någon grad av säkerhet bedöma att ett konstaterat problem på en fastighet beror på för stora uttag i närområdet krävs i allmänhet att vissa undersökningar genomförs. Eftersom sambanden ofta kan vara mycket komplicerade kan det dock vara så att osäkerheten kvarstår också när undersökningar genomförts.

Förutom det undersökningsbehov som föreligger när problem redan uppkommit finns naturligtvis ett behov av tillförlitligt underlag inför beslut om ny bebyggelse eller nya vattenförsörjningsanläggningar. De närmare behoven av förundersökningar är varierande bl.a. beroende på hur stora vattenbehoven är och vilken typ av grundvattenförekomst som avses bli utnyttjad. I sommarstugeområden och andra områden där många brunnar kan behöva anläggas i ett mycket begränsat område, kan man göra hydrogeologiska bedömningar baserade på vattenbalansberäkningar och beräkningar av tillgängliga grundvattenförekomster. Det är viktigt att sådana beräkningar görs innan ett område byggs ut eller när det gäller att avgöra tillåtligheten av att ett område eller enskilda fastigheter omvandlas från fritidsboende till permanentboende, vilket regelmässigt innebär ökade vattenuttag.

3.2.2 Allmänt om hydrogeologiska undersökningsmetoder

Syftet med en hydrogeologisk undersökning är att undersöka en grundvattenförekomst, såväl vad avser kvantitet som kvalitet. Generellt kan sägas att valet av metoder beror på vattenbehovets storlek och på de geologiska förutsättningarna på platsen samt på eventuellt tillgängligt material från tidigare gjorda undersökningar i form av kartor, rapporter, uppgifter om befintliga brunnar och vattenanalyser m.m. Olika tillvägagångssätt tillämpas beroende på om man avser att utnyttja grundvatten i lösa jordlager såsom sand- och grusavlagringar, i det kristallina urberget, dvs. i gnejs och granit, eller i lagrade sedimentära bergarter såsom t.ex. sandsten och kalksten.

Vanligen inleds en hydrogeologisk undersökning med en inventering av tidigare rapporter samt tillgängligt kartmaterial, såväl vanliga topografiska kartor som hydrogeologiska, jordartsgeologiska, berggrundsgeologiska och geofysiska kartor. I inledningsfasen av en hydrogeologisk undersökning ingår även sökning av data i SGU:s brunnsarkiv om brunnar i området och vanligen även kompletterande inventering av brunnar i fält. När befintliga data sammanställts kan nödvändiga, kompletterande undersökningar vidtas.

För att klarlägga var uttag av grundvatten bäst kan ske inom ett visst område utnyttjas vanligen olika geofysiska undersökningsmetoder. Dessa metoder bygger på att större mängder grundvatten i regel förekommer i särskilda strukturer i jord och i berg. Dessa strukturer har fysiska egenskaper som skiljer sig från omgivande geologiska bildningar på ett mer eller

mindre markant sätt. De vanligen använda geofysiska metoderna utnyttjar variationer i följande egenskaper: morfologiska, elektriska, magnetiska, seismiska och gravimetriska.

De geofysiska undersökningarna syftar i första hand till att ge information om sådana förhållanden på djupet, nere i jordlagren och berggrunden, som inte kan iakttas från markytan. Med de geofysiska metoderna får man information om förhållanden på flera platser eller över ett större område på ett mer tids- och kostnadseffektivt sätt än genom att utföra ett stort antal borrhningar. De geofysiska mätningarna ligger till grund för val av platser för olika borrhningsarbeten. För att sedan närmare fastställa grundvatten-volymer i t.ex. en isälvsavlagring, en grusås, utförs sonderingsborrningar samt borrhningar för observationsbrunnar och produktionsbrunnar.

Vid sonderingsborrningarna fastställs hur jordarterna är lagrade på varandra. Man bestämmer exakt på vilka djup olika sand- och gruslager förekommer, hur mäktiga de är och hur kornstorleksfördelningen är. Dessa uppgifter ligger till grund för bedömningar var brunnar för observation av grundvattennivåer skall placeras samt var produktionsbrunnar skall anläggas och hur de skall konstrueras.

Av de olika förundersökningsmetoderna kan man säga att provpumpningar är de viktigaste, i den meningen att det är först när sådana genomförts och utvärderats, som man kan vara säker på storleken, kvaliteten och tillförlitligheten hos en grundvattenförekomst. Provpumpningar kan genomföras på olika sätt beroende på hur stora ekonomiska eller andra värden som berörs, hur stora grundvattenuttagen skall bli, vilken typ av grundvattenförekomst som skall utnyttjas och dess storlek, risken för påverkan på kringliggande befintliga brunnar, risken för kvalitetsförändring med tiden samt årstidsvariationer i tillgången på grundvatten.

3.2.3 Hydrogeologiska bedömningar i samband med enskild vattenförsörjning

Variationer i tillvägagångssätt och i val av metoder förekommer beroende både på lokala förutsättningar och på vem som utför undersökningen. De metoder som oftast kan bli aktuella för hydrogeologiska bedömningar av möjligheterna till enskilda vattenuttag kan grovt indelas i tre ambitionsnivåer vad gäller noggrannhet, tillförlitlighet och kostnad.

Den första nivån innebär studier av tillgängliga hydrogeologiska och geologiska kartor samt av uppgifter från SGU:s brunnarsarkiv och eventuellt andra arkiv och databaser t.ex. kommunala. Den andra nivån innebär komplettering med vattenbalansberäkningar och beräkningar av tillgängliga grundvattenmagasin. Den tredje nivån innebär därutöver översiktliga undersökningar av frågor som gäller vattenkvaliteten samt provpumpningar med utvärderingar. Nivå ett innefattar endast skrivbordsarbete med studier av kartor och sammanställning av uppgifter från befintliga arkiv och databaser medan den andra nivån även innefattar visst beräkningsarbete och besiktning i fält och den tredje ytterligare arbeten i fält samt provpumpningar med utvärderingar.

Hydrogeologiska bedömningar i nivå ett kan med ledning av bl.a. hydrogeologiska kartor ge information om de vattenvolymer som allmänt kan vara möjliga att utvinna från t.ex. brunnar i berggrunden i området eller från en viss sand- och grusavlagring. Vidare bör information kunna erhållas om det i trakten i stort är eller inte är risk för salt grundvatten eller grundvatten med höga fluorhalter. Från SGU:s och eventuellt andra förekommande arkiv och databaser kan information erhållas om hur mycket vatten de närmast kringliggande, registrerade brunnarna ger och i vissa fall även uppgifter om vattenkvaliteten. Bedömningarna i nivå ett bör kunna ge sådan information att man kan avgöra om det över huvud taget föreligger några möjligheter att erhålla de grundvattenmängder som önskas. De kan även peka på eventuellt förekommande risker beträffande vissa kvalitetsfrågor.

Volymen grundvatten som kan tas ut i ett område begränsas i första hand av två faktorer. Den ena är den mängd grundvatten som nybildas i området och den andra är förutsättningarna för att detta grundvatten skall kunna magasineras i området. I nivå två utvidgas arbets- och kostnadsinsatserna med konkreta beräkningar av vattenbalansen och volymerna hos de inom området tillgängliga grundvattenförekomsterna. Beräkningarna skall då kunna visa dels om grundvattenbildningen i sig skulle kunna räcka till för berörda fastigheter, dels om tillräckliga vattenvolymer kan magasineras i området för att förse tomterna med vatten också under t.ex. sommarmånader med låg nybildning.

I nivå tre utvidgas arbets- och kostnadsinsatserna ytterligare med arbeten i fält som syftar till att samla in data som gäller just det aktuella området och den eller de brunnar som skall utnyttjas för vattenförsörjningen och som kan

ge ett så bra beslutsunderlag som möjligt inom rimliga kostnadsramar. Det kan röra sig om provtagning och analys av vatten från brunnar för vilka data saknas, studier av tidsmässiga variationer av grundvattenkvaliteten, mätning av grundvattennivåer, geofysiska mätningar för t.ex. bedömning av risken för salt grundvatten. Det kan också röra sig om korta provpumpningar genomförda vid ett visst tillfälle till grund för bedömningar av hur situationen skulle vara i slutet av sommaren under ett torrår.

För att belysa hur en översiktlig vattenbalansberäkning kan göras och betydelsen av att vatten kan magasineras inom området kan följande räkneexempel göras. Exemplet avser en större ö i Stockholm skärgård med dåliga förutsättningar för grundvattenbildning, tät berggrund och tunt jordlager. Den del av nederbörden som kan bilda grundvatten kan för ett sådant område uppskattas till 75 mm/år. Detta ger en grundvattenbildning inom 1 ha ($10\,000\text{ m}^2$) på $750\text{ m}^3/\text{år}$. Den genomsnittliga vattenanvändningen per person antas vara 200 l/dygn vid permanentboende eller motsvarande $73\text{ m}^3/\text{år}$. För fritidsboende antas motsvarande vattenanvändning vara drygt 80 l/dygn eller ungefär $5\text{ m}^3/\text{år}$ om vattenanvändningen sker 60 dagar om året. Nybildningen av grundvatten på 1 ha skulle i detta räkneexempel räcka till cirka 10 personers vattenanvändning vid permanentboende. Omräknat skulle en familj om 4 personer vid permanentboende med normal vattenanvändning behöva cirka $4\,000\text{ m}^2$ markyta för att erhålla tillräcklig grundvattenbildning för sitt behov.

Eftersom vattenbehoven på grund av ökat fritidsboende är högre under sommarmånaderna är vattenmagasineringen av stor betydelse. För att beräkna den magasinerade vattenvolymen under en sådan period, exempelvis månaderna juni och juli, kan följande antaganden göras. Antagandena grundar sig på mindre gynnsamma förhållanden som i exemplet ovan men är inte orealistiska för Stockholms skärgård. I berget antas det söta grundvattnet kunna utnyttjas ned till 40 meters djup och berget ha en sprickvolym, dvs. magasinvolym, om 0,05 procent. För ett område på 1 ha kan den magasinerade vattenvolymen därmed antas uppgå till 200 m^3 . Eftersom nybildningen kan vara i stort sett obefintlig under denna period är man helt hänvisad till det vatten som magasinerats. Sannolikt är att endast halva den angivna volymen kan utnyttjas av praktiska och tekniska skäl. För fritidsboende skulle vattnet då räcka till ca 20 personers vattenanvändning under de två sommarmånaderna. Omräknat skulle en fritidsboende familj

om 4 personer med normal vattenanvändning behöva ca 2 000 m² markyta för att grundvattenvolymen skulle vara tillräcklig för familjens vattenbehov.

I Stockholms skärgård varierar fastigheternas tomtareal normalt mellan 700 m² och 2 000 m². Mer än fem fritidsfastigheter inom 1 ha skulle, under ovan angivna antaganden, sannolikt innebära att det uppstod brist på vatten. En tätare koncentration av bebyggelse torde inte vara ovanlig i Stockholms skärgård. Beräkningarna ovan är genomsnittsberäkningar och tar därför inte hänsyn till de faktiska förhållandena på olika fastigheter. För en specifik fastighet kan därför förutsättningarna för grundvattenbildning vara bättre eller sämre än vad som framgår av exemplen.

3.2.4 Kostnader för olika hydrogeologiska bedömningar

Det är svårt att närmare ange kostnader för olika hydrogeologiska bedömningar. Kostnadsnivåerna för undersökningar avseende ett område av 10-200 hektars storlek med de i det föregående skisserade olika ambitionsnivåerna har av SGU översiktligt uppskattats på följande sätt. Ambitionsnivå ett, dvs. studier av tillgängliga hydrogeologiska och geologiska kartor samt av uppgifter från SGU:s brunnarsarkiv samt andra arkiv och databaser, kräver 2-4 arbetsdagar vilket motsvarar en kostnad på mellan 10 000 och 20 000 kronor. Ambitionsnivå två med vattenbalansberäkningar och beräkningar av tillgängliga grundvattenmagasin kräver 5-10 arbetsdagar. Kostnadsmissigt motsvarar det mellan 25 000 och 50 000 kronor. Ambitionsnivå tre med undersökningar som gäller vattenkvalitet samt provpumpningar med hydrauliska beräkningar kräver 10-15 arbetsdagar vilket innebär mellan 50 000 och 75 000 kronor. Härtill kommer kostnader för direkta arbetsinsatser för t.ex. brunnborrning. Ovan angivna kostnader inkluderar inte mervärdeskatt.

3.3 Gällande lagstiftning

Vattenlagen

Vattenlagen är tillämplig på vattenföretag och vattenanläggningar. I lagen finns också bestämmelser om skydd för vattenförsörjningen. Med vattenföretag avses enligt 1 kap. 3 § vattenlagen bl.a. byggnadsåtgärder i vattenområden samt åtgärder för att bortleda yt- eller grundvatten. Vattenan-

läggning är en anläggning som har tillkommit genom ett vattenföretag med till anläggningen hörande manöveranordningar. Med vattentäkt avses i lagen bortledning av yt- eller grundvatten för vattenförsörjning, värmeutvinning eller bevattning.

För att få utföra ett vattenföretag skall företagaren ha rådighet över vattnet inom det område där företaget skall utföras. Var och en råder enligt 2 kap. 2 § vattenlagen över det vatten som finns inom hans fastighet. Rådighet över fastighets vatten kan också tillkomma någon till följd av upplåtelse av fastighetsägaren. Även den som vill utföra vissa företag har enligt 2 kap. 4 och 5 §§ sådan rådighet. Detta gäller bl.a. i fråga om den som vill utföra en vattentäkt för allmän vattenförsörjning, allmän värmeförsörjning eller bevattning.

Ett vattenföretag får i princip inte utföras utan tillstånd. Från denna huvudregel finns undantag. Grundprincipen är därvid enligt 4 kap. 2 § vattenlagen att endast vattenföretag som uppenbart inte skadar allmänna eller enskilda intressen undantas från tillståndsplikten. Det är företagaren som måste visa att det är uppenbart att företaget inte medför någon skada. I 4 kap. 1 a § 1 vattenlagen anges uttryckligen att tillstånd inte krävs i vissa fall. Detta gäller bl.a. i fråga om vattentäkt för en en- eller tvåfamiljsfastighets eller jordbruksfastighets husbehovsförbrukning eller värmeförsörjning. Till en jordbruksfastighets husbehovsförbrukning av vatten räknas inte vatten som används för jordbruksbevattning (prop. 1981/82:130 s. 431). Var och en som vill bevattna inom en jordbruksfastighet i ett område där vattentillgången är knapp är skyldig att söka tillstånd till vattentäkt (prop. 1981/82:130 s. 168), dvs. vattenföretaget kan då inte anses vara sådant som avses i 4 kap. 2 § vattenlagen.

Om ansökningar om tillstånd till skilda vattenföretag prövas samtidigt och företagen på grund av att de berör samma vattentillgång eller av någon annan orsak inte kan utföras vid sidan av varandra i enlighet med ansökningarna samt någon samfällighet enligt vattenlagen inte bildas, skall enligt 3 kap. 8 § vattenlagen företagen om möjligt jämkas så att de kan komma till stånd utan väsentligt förfång för någon av dem. Om en sådan jämkning inte kan göras, skall företräde ges åt det företag som från allmän eller enskild synpunkt kan antas medföra störst fördel.

I 5-7 kap. vattenlagen finns exempel på former för samverkan mellan fastigheter i fråga om markavvattning, bevattning och vattenreglering. Samverkansformerna förutsätter att deltagande vattenföretag är tillståndspliktiga.

Frågor om tillstånd till andra vattenföretag än markavvattningsföretag, vilka prövas vid förrättning, prövas av vattendomstolen. En dom om tillstånd till ett vattenföretag kan omprövas enligt bestämmelserna i 15 kap. vattenlagen för att tillgodose allmänna intressen, t.ex. hälsoskyddet. Ansökan om sådan prövning görs av Kammarkollegiet, som är den myndighet som bevakar allmänna intressen i vattenmål. Ett tillstånd till vattentäkt får omprövas av vattendomstolen även på ansökan av den som driver eller vill driva en vattentäkt som är beroende av samma vattentillgång. Vid en sådan omprövning kan ovan angivna bestämmelser i 3 kap. 8 § vattenlagen tillämpas.

Tillsynen över vattenföretag och vattenanläggningar utövas av länsstyrelsen enligt bestämmelser i 18 kap. vattenlagen. Om någon utför ett vattenföretag utan att ha nödvändigt tillstånd till det, får länsstyrelsen enligt 21 kap. 3 § vattenlagen vid vite förelägga honom att vidta rättelse.

Bestämmelser om skydd för vattenförsörjningen finns i 19 kap. vattenlagen. Enligt den allmänna aktsamhetsregeln i 19 kap. 1 § är alla som vill bedriva sådan verksamhet eller utföra sådana åtgärder som kan skada en yt- eller grundvattentillgång som utnyttjas eller kan komma att utnyttjas för vattentäkt skyldiga att vidta de anordningar, tåla de begränsningar av verksamheten och iaktta de försiktighetsmått i övrigt som skäligen kan fordras för att förebygga eller avhjälpa skadan. Länsstyrelsen kan vid vite förelägga en företagare att iaktta den allmänna aktsamhetsregeln. Länsstyrelsen kan vidare enligt 19 kap. 2 § förordna om behövligt skyddsområde för en vattentäkt, s.k. vattenskyddsområde. Därvid skall länsstyrelsen föreskriva de inskränkningar i rätten att förfoga över fastigheter inom vattenskyddsområdet som behövs för att tillgodose syftet med området. Föreskrifter som innebär att pågående markanvändning avsevärt försvåras eller att annans mark tas i anspråk får endast meddelas på ansökan av kommun eller den i vars intresse vattenskyddsområdet fastställs. Om sådana föreskrifter meddelas har fastighetsägarna och innehavare av särskild rätt till fastighet enligt 19 kap. 7 § rätt till ersättning för skadan. Om synnerliga men uppkommer vid användningen av fastigheten, skall den lösas om ägaren begär det.

I 2 kap. 9 § vattenlagen finns en särskild regel för fall av allvarlig vattenbrist, som orsakas av torka eller annan jämförlig omständighet. I ett sådant fall är den som utövar ett vattenföretag eller råder över en vattentillgång skyldig att avstå det vatten som är oundgängligen nödvändigt för den allmänna vattenförsörjningen eller för något annat allmänt behov. Denna skyldighet gäller oavsett om verksamheten är tillståndspliktig eller ej. Den som avstår vatten är berättigad till ersättning för den skada han härigenom lider. Länsstyrelsen får vid vite förelägga företagaren eller rådighetshavaren att iaktta sin skyldighet. Avsikten med bestämmelsen är i första hand att tillfälligt säkerställa den allmänna vattenförsörjningen i en katastrofliknande situation. Även andra allmänna ändamål än vattenförsörjning kan tillgodoses. Bestämmelsen skall t.ex. kunna tillämpas när det vid hotande missväxt behövs vatten för att tillgodose jordbrukets behov av vatten. Vid en tillfällig grundvattensänkning skall bestämmelsen också kunna användas om det är angeläget att till skydd för bebyggelse bibehålla grundvattennivån på viss höjd (prop. 1981/82:130 s. 410).

I 22 kap. 7 § vattenlagen finns bestämmelser om fördelning av vatten när flera fastigheter är beroende av samma grundvattentäkt för sin husbehovsförbrukning. Vattnet skall då fördelas mellan fastigheterna efter vad som är skäligt om fastigheternas behov inte kan täckas helt. En fastighet får därvid inte berövas vatten vartill den med hänsyn till läge och naturlig beskaffenhet, äldre bebyggelse eller andra omständigheter bör anses ha företräde. Fördelningen får jämkas vid ändrade förhållanden. Tvister om fördelning enligt denna paragraf prövas av vattendomstolen efter ansökan om stämning.

Hälsoskyddslagen

Hälsoskyddslagen är en s.k. ramlag och innehåller endast ett fåtal materiella föreskrifter om hälsoskyddet. Meningen är att ytterligare föreskrifter till skydd mot sanitära olägenheter skall meddelas dels av regeringen, dels med regeringens bemyndigande av kommunerna.

I 1 § hälsoskyddslagen definieras begreppet hälsoskydd. Med begreppet förstås åtgärder som har till syfte att förhindra att sanitär olägenhet uppkommer eller att undanröja en sådan olägenhet. Med sanitär olägenhet avses alla former av störningar som kan ha skadlig inverkan på en människas hälsa. Bedömningen skall göras på hygieniska och medicinska grunder. Dock skall inte alla störningar som kan vara skadliga för

människans hälsa betraktas som sanitär olägenhet. Störningar som är ringa eller helt tillfälliga faller utanför definitionen. Frågan huruvida en störning skall vara ringa eller ej är beroende av hur människor i allmänhet uppfattar störningen. Helt tillfälliga störningar skall inte räknas som sanitär olägenhet. Detta innebär att en störning måste ha en viss varaktighet för att anses som sanitär olägenhet. Hit räknas förutom fasta störningar även regelbundna störningar samt störningar som återkommer vid flera tillfällen om än inte med någon regelbundenhet (prop. 1981/82:219 s. 56).

Av 2 § hälsoskyddslagen framgår att varje kommun svarar för hälsoskyddet inom kommunen. Vid sin planering skall kommunen verka för att hälsoskyddet tillgodoses. Vid meddelande av kommunala föreskrifter till skydd mot sanitära olägenheter skall tillses, att därigenom inte läggs onödigt tvång på allmänheten eller annars görs obefogad inskränkning i den enskildes frihet.

Enligt 6 § hälsoskyddslagen skall ägare eller nyttjanderättshavare till berörd egendom vidta de åtgärder som skäligen kan krävas för att hindra uppkomsten av sanitär olägenhet och för att undanröja sådan sanitär olägenhet. Denna regel är tillämplig på sanitära olägenheter av alla slag. Utöver denna allmänna regel innehåller lagen i 7-12 §§ speciella bestämmelser i vissa hänseenden.

Enligt 13 § hälsoskyddslagen får regeringen eller, efter regeringens bemyndigande, kommunen meddela ytterligare föreskrifter till skydd mot sanitära olägenheter. Speciella bemyndiganden finns också i bl.a. 7 och 7 a §§ hälsoskyddslagen. Enligt dessa bestämmelser kan en kommun bl.a. införa tillståndstvång inom vissa delar av kommunen för avloppsanläggning eller värmepumpsanläggning.

Enligt 3 § 5 hälsoskyddsförordningen skall en bostad för att hindra uppkomsten av sanitär olägenhet ha tillgång till vatten i erforderlig mängd och av godtagbar beskaffenhet till dryck, matlagning, personlig hygien och andra hushållsändamål. Av rättsfallet R 1988:7 framgår vidare att ett krav som måste ställas på en bostad är att den har tillgång till vatten för förtäring, livsmedelsberedning och hygien i tillräcklig omfattning och av godtagbar kvalitet och att brister härvidlag måste anses hänförliga till sanitär olägenhet vars uppkomst det åligger miljö- och hälsoskyddsnämnden att hindra.

I 11 § första stycket 5 hälsoskyddsförordningen föreskrivs att en kommun får meddela föreskrifter om skydd för ytvattentäkter och enskilda grundvattentäkter för att förhindra sanitär olägenhet.

I 14 § hälsoskyddslagen stadgas att den berörda kommunala nämnden i särskilda fall får meddela de villkor som behövs för att hindra uppkomsten av sanitär olägenhet och för att undanröja sådan olägenhet vid viss verksamhet eller i samband med nyttjande av en plats eller en lokal som allmänheten har tillträde till. Bestämmelsen ger nämnden möjlighet att beträffande en viss verksamhet eller i samband med att en viss plats eller lokal utnyttjas meddela de villkor som kan behövas för att hindra uppkomsten av sanitär olägenhet eller undanröja sådan olägenhet. I praktiken torde bestämmelsen användas då man i förväg vill ange villkoren för en verksamhet. Bestämmelsen innebär inte ett bemyndigande för nämnden att meddela generella föreskrifter utan ger endast nämnden rätt att i ett enskilt fall uppställa de krav som kan behövas från hälsoskyddssynpunkt.

Den omedelbara tillsynen över efterlevnaden av hälsoskyddslagen och bestämmelser meddelade med stöd av lagen utövas inom varje kommun av den nämnd som skall fullgöra kommunens uppgifter inom miljö- och hälsoskyddsområdet. Nämnden får, enligt 18 § hälsoskyddslagen, meddela de förelägganden och förbud som behövs för att lagen eller bestämmelserna skall efterlevas. I brådskande fall eller när det annars finns särskilda skäl får ett föreläggande eller förbud meddelas omedelbart och i andra fall först sedan det visat sig att nämndens råd och anvisningar inte följts. Detta innebär att nämnden bör eftersträva att lagstiftningen följs utan att nämnden tillgriper de maktmedel som står till dess förfogande. Först sedan det visat sig att nämndens råd och anvisningar inte följs bör nämnden ingripa med förelägganden eller förbud. Är omständigheterna i ett visst fall sådana att ett dröjsmål inte kan riskeras eller har nämnden grundad anledning anta att dess råd eller anvisningar inte skulle följas får ett föreläggande eller förbud meddelas omedelbart (prop. 1981/82:219 s. 66).

Plan- och bygglagen

För att mark skall få användas för bebyggelse skall den vara från allmän synpunkt lämplig för ändamålet. Lämpligheten från allmän synpunkt vägs emellertid vid lagens tillämpning mot den enskildes intresse. Denna

avvägning sker bl.a. vid planläggning och vid prövning av ansökningar om bygglov.

I 2 och 3 kap. plan- och bygglagen finns bestämmelser som bl.a. syftar till skydd av och hushållning med grundvatten. Sålunda skall vattenförhållandena och möjligheterna att ordna vattenförsörjning beaktas vid lokaliseringen av bebyggelse. Byggnader skall placeras och utformas så att inverkan på grundvattnet som kan vara skadlig för omgivningen begränsas. Byggnader skall vidare medge god hushållning med vatten. Fritidshus med högst två bostäder skall i skälig utsträckning omfattas av dessa krav. Detta innebär att byggnadsnämnden vid bygglovsprövning kan ställa krav på byggnadernas utförande i nyssnämnt avseende.

Vidare finns sedan år 1991 i 8 kap. 6 § plan- och bygglagen möjlighet att införa bygglovsplikt för grundvattentäkter i vissa fall. Om grundvattensituationen i ett område är sådan att det finns risk för att brist eller saltvatteninträngning skall uppkomma kan kommunen genom detaljplan eller områdesbestämmelser bestämma att bygglov krävs för att anordna eller väsentligt ändra sådana anläggningar för grundvattentäkt som enligt 4 kap. 1 a § 1 vattenlagen inte kräver tillstånd. Syftet med bestämmelsen är att göra det möjligt att genom detaljplan eller områdesbestämmelser införa bygglovsplikt till skydd för grundvattnet inom ett område. Ett bygglov som meddelas kan förenas med villkor om t.ex. det största djup till vilket en brunn får borraras.

Av motiven till detta stadgande (prop. 1990/91:146 s. 53 f.) framgår att det infördes i avvaktan på en översyn av reglerna om uttag och fördelning av grundvatten för enskild vattenförsörjning. Föredragande statsråd anförde i detta sammanhang bl.a. följande: "Problemen med bristande tillgång på grundvatten har emellertid under de senaste åren blivit akuta på många platser. Det är således angeläget att åtgärder vidtas så snart som möjligt. Jag lägger därför nu fram vissa förslag som gör det möjligt för kommunerna att, inom områden där det kan befaras att det uppstår problem med vattenförsörjningen, införa restriktioner med avseende på åtgärder som ökar grundvattenuttagen eller som kan medföra risker för förorening av grundvattenmagasin. De av mig föreslagna åtgärderna får sedan övervägas förutsättningslöst av utredningsmannen."

Anläggningslagen

Enligt anläggningslagen kan inrättas anläggning som är gemensam för flera fastigheter och tillgodoser ändamål av stadigvarande betydelse för dem. Sådan anläggning kallas gemensamhetsanläggning. Fråga om gemensamhetsanläggning prövas enligt 1 § anläggningslagen av fastighetsbildningsmyndigheten vid förrättning. Rätt att begära anläggningsförrättning tillkommer enligt 18 § anläggningslagen, förutom ägare av fastighet som skall delta i anläggningen, bl.a. kommunen samt länsstyrelsen beträffande anläggning som är av större betydelse från allmän synpunkt. Gemensamhetsanläggning får enligt 5 § anläggningslagen inrättas bara för fastighet för vilken det är av väsentlig betydelse att ha del i anläggningen, det s.k. väsentlighetsvillkoret. Villkoret syftar till att skydda en fastighetsägare från anslutning till anläggning som han inte har någon påtaglig nytta av. Ett annat villkor är det s.k. båtnadsvillkoret i 6 § anläggningslagen, vilket innebär att anläggning skall medföra fördelar av ekonomisk eller annan art som överväger de därmed förenade kostnaderna eller olägenheterna. Vid sidan av väsentlighetsvillkoret och båtnadsvillkoret finns det s.k. opinionsvillkoret i 7 § anläggningslagen. Om inte behovet av gemensamhetsanläggning är synnerligen angeläget får enligt opinionsvillkoret anläggning inte inrättas om ägarna av de fastigheter som skall delta mera allmänt motsätter sig det och har beaktansvärda skäl för det.

Förrättningskostnader för bildande av gemensamhetsanläggning skall enligt 29 § anläggningslagen, om anläggningsbeslut meddelas, fördelas mellan ägarna av de fastigheter som skall delta i anläggningen efter vad som är skäligt.

En för flera fastigheter gemensam anläggning för vattenförsörjning, som består av vattentäkt med tillhörande pumpanläggning och vattenledningar till olika nyttjare, kan inrättas med stöd av anläggningslagen. Detta är en typ av gemensamhetsanläggning som är vanlig idag.

3.4 Överväganden och förslag

3.4.1 Allmänna utgångspunkter

Enligt 2 kap. 3 § plan- och bygglagen skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn bl.a. till möjligheterna att ordna vattenförsörjning och avlopp. Det angivna kravet skall beaktas såväl vid planläggning som vid bygglovsprövning. För att problem av den typ som utredningen nu behandlar, dvs. främst risk för vattenbrist eller saltvatteninträngning i enskilda brunnar, skall kunna undvikas är det därför en första förutsättning att ny bebyggelse inte tillåts inom riskområden innan undersökningar presenterats som visar att vattenförsörjningen kan ordnas på ett tillfredsställande sätt.

Eftersom vi i Sverige normalt inte behövt betrakta vattenförsörjningen för enskild bebyggelse utanför tätorterna som ett stort problem har kravet på underlag i nu berört avseende oftast inte heller behövt ställas så högt. Med den kunskap vi nu har finns det emellertid anledning att inom många områden ägna betydligt större uppmärksamhet åt problemet att trygga den enskilda vattenförsörjningen än som tidigare skett. Av den inledningsvis lämnade redovisningen framgår översiktligt i vilka delar av landet som de naturliga förutsättningarna för grundvattenuttag är sämre än i övrigt. I den översiktliga fysiska planeringen bör det vara möjligt att på grundval av tillgängligt material precisera inom vilka delar av en kommun som grundvattenförekomsterna kan vara begränsade och särskild uppmärksamhet därför behöver ägnas åt vattenförsörjningsfrågorna vid bedömningen av om ny bebyggelse är lämplig.

Utredningen återkommer i sitt fortsatta arbete till frågan om behovet av ett bättre skydd för grundvattenresurserna i den fysiska planeringen. När det gäller, att vid prövning av om ny bebyggelse kan tillåtas, beakta vattenförsörjningsfrågorna synes dock gällande lagstiftning i och för sig ge de möjligheter som behövs. Det synes där mera vara frågan om att vid tillämpningen ställa tillräckliga krav på underlag. Eftersom de problem med vattenuttagen ur enskilda brunnar som alltmer uppmärksammas under senare år finns i redan bebyggda områden räcker det emellertid inte att bevaka den nytillkommande bebyggelsen.

När det gäller befintliga bebyggelseområden med enskild vattenförsörjning är möjligheterna att påverka vattenuttagens storlek genom åtgärder inom ramen för bebyggelseregleringen mera begränsade. Även om tillgången på dricksvatten inte var något problem när många områden för bl.a. fritidsboende kom till har en fortlöpande utbyggnad och förtätning, ett ökat permanentboende och ökade krav på standard medfört att vattenförbrukningen på många håll ökat kraftigt. Att inom ramen för tillämpningen av plan- och bygglagstiftningen förhindra en sådan utveckling av boendet har visat sig svårt.

När vattenbrist eller kvalitetsproblem uppstår inom befintliga bebyggelseområden med enskilda brunnar och det är klarlagt att den grundvattenförekomst som finns i området inte längre räcker för de sammantagna vattenbehoven kan frågan ställas till vilken del det är samhällets uppgift respektive de enskilda fastighetsägarnas uppgift att lösa de problem som uppstått. Av betydelse är därvid kommunens ansvar enligt lagen (1970:244) om allmänna vatten- och avloppsanläggningar. Enligt 2 § nämnda lag skall kommunen sörja för eller tillse att allmän va-anläggning kommer till stånd om vattenförsörjning och avlopp med hänsyn till hälsoskyddet behöver ordnas i ett större sammanhang för viss bebyggelse.

Eftersom de områden det här är fråga om i regel byggts ut med utgångspunkten att vattenbehovet skall klaras genom enskilda brunnar torde frågan om att kommunen skall ta över ansvaret för vattenförsörjningen oftast inte aktualiseras. Med hänsyn till de nu aktuella områdenas belägenhet torde också kostnaderna för anslutning till existerande kommunala va-nät ofta bli så höga att en anslutning inte är realistisk. Utredningen vill i detta sammanhang även framhålla att de strävanden som nu finns att söka nya kretsloppsanpassade tekniska lösningar som syftar till lägre vattenförbrukning kan tala emot att stora kostnader i dag skall läggas ned på omfattande va-anläggningar för nu aktuella områden. Utredningen återkommer till denna fråga i det fortsatta arbetet.

Det bör dock uppmärksammas att det kan finnas områden av nu aktuellt slag där situationen visar sig vara sådan att kommunen med tillämpning av den nämnda bestämmelsen i va-lagen kan bli tvingad att sörja för vattenförsörjningen. Utredningen ser det inte som sin uppgift att närmare gå in på i vilka situationer dessa bestämmelser kan bli tillämpliga. Utredningen konstaterar endast att där så sker kommer vattenförsörjningen fortsättningsvis att vara

en kommunal angelägenhet. De frågor om reglering av uttagen från enskilda brunnar som utredningen nu behandlar blir därmed inte längre aktuella. De överväganden som utredningen gör i det följande avser därför endast de områden där det också i fortsättningen kommer att vara de enskilda fastighetsägarnas ansvar att sörja för vattenförsörjningen.

Med nu angivna utgångspunkter blir det utanför områden med kommunal vattenförsörjning i första hand en uppgift för de berörda fastighetsägarna att var och en för sig eller gemensamt finna lösningar när problem med bl.a. vattenbrist eller saltvatteninträngning uppkommer i enskilda brunnar. Kommunens roll blir därvid främst att inom ramen för tillgängliga resurser medverka med information och rådgivning samt att svara för att väsentliga samhällsintressen såsom hälso- och miljöskyddet inte åsidosätts. Kommunens närmare uppgifter i sistnämnda hänseenden framgår av den lagstiftning som rör dessa frågor. Även statliga organ kan självfallet i lagstiftningen ha givits tillsynsuppgifter av betydelse i sammanhanget.

Som framgått av den tidigare redovisningen kan problem med vattenbrist eller saltvatteninträngning i många fall vara hänförliga till förhållanden som enbart berör den enskilda fastighet där problemen visar sig. Genom tekniska åtgärder som avser den egna brunnen och den egna fastigheten kan fastighetsägaren i sådana fall finna lösningar som inte behöver beröra angränsande fastigheter. Det kan vara fråga om ny eller förbättrad utrustning, bättre underhåll eller i vissa fall en ändrad utformning av en brunn eller anläggande av en ny brunn. Att det ibland kan innebära fördelar från kostnadssynpunkt eller i andra avseenden om fastighetsägare samverkar i sådana situationer hindrar inte att problemen i de nu berörda fallen i princip får ses som den berörde fastighetsägarens ensak. Eventuell samverkan sker då helt på frivilliga grunder. Självfallet måste beaktas att de åtgärder som vidtas inte i sig skapar problem som tidigare inte funnits på grannfastigheter.

I de fall där ett vattenförsörjningsproblem inte kan anses begränsat till en enstaka fastighet och uttag eller åtgärder som görs på en fastighet påverkar brunnar på fastigheter i närområdet blir situationen svårare att hantera. Problemen kan i sådana fall endast lösas i samverkan mellan berörda fastighetsägare. Att samverkan underlättas om de berörda fastighetsägarna har en gemensam syn på hur problemen kan lösas är uppenbart. Den första svårigheten i sammanhanget kan emellertid vara att det inte ens föreligger

enighet om att problemet är gemensamt. Insatser från kommunala eller statliga myndigheter eller från berörda villaägare- och fritidshusägareföreningar eller andra organ för att öka kunskapen om och förståelsen av de komplicerade samband som föreligger vid utnyttjandet av en grundvattenförekomst kan därvid vara av stor betydelse. När en oenighet mellan fastighetsägarna inom ett område kvarstår om hur man skall lösa en situation med vattenbrist eller saltvatteninträngning kan frågan om att påtvinga någon eller några fastighetsägare en reglering av vattenuttagen aktualiseras.

Med reglering av vattenuttagen ur enskilda brunnar inom ett avgränsat bebyggelseområde får i första hand förstås införandet av bestämmelser som begränsar uttagen från de befintliga brunnarna. Motivet för en sådan begränsning bör då vara att vissa uttag är för stora i den meningen att de medför att vattenbrist eller andra olägenheter uppstår i angränsande brunnar. Genom begränsningen av uttagen förutsätts den gemensamma grundvattenförekomsten belastas mindre och riskerna för olägenheter i de drabbade brunnarna därmed minska. En förutsättning för att minskade uttag ur några brunnar skall få denna positiva effekt på möjligheterna till uttag ur andra brunnar ur samma grundvattenförekomst är att det finns ett samband mellan uttagen ur brunnarna.

En reglering av grundvattenuttagen på det sätt som nu angivits kan om den lyckas få den effekten att problemen för de drabbade inom berörda områden lindras. Om huvudproblemet är att den tillgängliga grundvattenförekomsten inte räcker för det sammantagna vattenbehovet krävs emellertid ytterligare åtgärder för att problemen skall kunna anses lösta. Endast i det fallet att det går att hävda att någon eller några fastighetsägares vattenuttag är så stora att de framstår som klart onödiga skulle man kunna säga att regleringen i sig innebär en tillräcklig åtgärd om den kan begränsa dessa uttag och detta löser de övrigas problem.

I de fall befintliga brunnar och den närmast tillgängliga grundvattenförekomsten inte räcker för områdets vattenbehov kan det bli aktuellt att undersöka möjligheten att ordna vattenförsörjningen genom nya brunnar och med utnyttjande av längre bort belägna grundvattenförekomster. I sådana fall torde gemensamma lösningar vara nödvändiga. Om ytterligare grundvattentäkter av praktiska eller ekonomiska skäl inte är tillgängliga kan den återstående lösningen vara att söka fördela den begränsade grundvatten-

resursen genom en längre gående reglering som kan framstå som skälig med hänsyn till alla berörda intressen.

Syftet med det senast förda resonemanget har varit att framhålla att det inom ramen för vad som kan betecknas som en situation som kräver en reglering av vattenuttagen kan uppkomma en rad olika delproblem som kräver olika slag av åtgärder och där förutsättningarna att åstadkomma lösningar i samverkan mellan berörda fastigheter kan skifta. Som utredningen tidigare framhållit bör den grundläggande utgångspunkten vara att där problem som gäller den enskilda vattenförsörjningen kan sägas vara gemensamma för flera fastigheter måste berörda fastighetsägare i första hand eftersträva lösningar i frivillig samverkan.

För de fall där samverkanslösningar inte kan nås på frivillig väg är det angeläget att berörd lagstiftning är utformad så att berörda konflikter kan hanteras så smidigt och praktiskt som möjligt och till så låga kostnader som möjligt. Utredningen kommer i det följande att diskutera vilka förändringar i gällande regler som kan underlätta en prövning av de aktuella frågorna. Det bör emellertid redan nu framhållas att det finns en klar motsättning mellan intresset av smidiga och enkla regler som kan underlätta gemensamhetslösningar även i de fall då vissa fastighetsägare motsätter sig lösningarna och kraven på rättssäkerhet och noggrann beredning av komplicerade frågor.

Ett betydande problem i sammanhanget är svårigheterna att med tillräcklig säkerhet och samtidigt till rimliga kostnader kunna fastställa de närmare sambanden mellan uppkomna olägenheter på en fastighet och de uttag som görs på en annan fastighet. Därav följer också svårigheter att kunna garantera att lösningar genom reglering av uttagen är effektiva.

Som tidigare berörts kan överslagsmässiga beräkningar göras av nybildningen av grundvatten och av de teoretiskt möjliga uttagsvolymerna inom ett område. Sådana beräkningar kan sedan ställas mot det uppskattade vattenbehovet varvid man kan få en uppfattning om den eventuella vattenbrist som kan finnas för området som helhet. Överslagsmässigt kan därmed också behovet av begränsningar totalt av uttagsvolymerna beräknas. Detta innebär emellertid inte — i den vanliga situationen där varje fastighets vattenbehov tillgodoses genom uttag ur egen brunn — att man utan vidare kan fördela den beräknade möjliga uttagsvolymen på de olika fastigheterna efter dessas respektive behov eller annan fördelningsgrund och räkna med

att det faktiskt går att ta ut just den vattenvolym som skulle belöpa på varje fastighet ur denna fastighets brunn. Att en viss begränsning görs av uttagen ur en brunn innebär således inte att det automatiskt går att i stället ta ut motsvarande mängd mer ur en angränsande fastighets brunn.

De komplicerade samband som föreligger när det gäller grundvattnets rörelse och uttagsmöjligheterna inom olika delar av området för en gemensam grundvattenförekomst har betydelse för hur en reglering av vattenuttagen i de aktuella problemområdena skall kunna utformas. Regleringen bör därmed snarare få karaktären av relativt schabloniserade begränsningar av vattenuttagen utifrån en försiktighetsprincip än av ett försök till fördelning mera i detalj av en tillgänglig nytthet.

Innan utredningen närmare behandlar de olika lagar där det i första hand kan vara aktuellt att överväga förändringar som kan underlätta en reglering av enskilda vattenuttag bör ytterligare några allmänna utgångspunkter för en sådan reglering beröras. Eftersom problem med vattenbrist eller saltvatteninträngning är lokalt begränsade bör regler om begränsning av vattenuttagen inte gälla generellt över hela landet utan kunna göras tillämpliga inom sådana områden där problemen uppkommer. Eftersom problemen förekommer inom områden med befintlig bebyggelse måste en reglering av vattenuttagen, om den skall kunna fylla någon funktion, kunna avse också existerande uttag trots de principiella invändningar som alltid kan anföras mot vad som kan betraktas som inskränkningar i pågående markanvändning. En reglering av uttagen inom ett område förutsätts till stor del kunna ske genom råd och anvisningar eller föreskrifter som har en likartad utformning för flertalet eller alla fastigheter inom området. Möjlighet bör dock finnas att meddela särskilda föreskrifter för enstaka fastigheter. För att det skall vara möjligt att få överblick och kontroll över uttagen torde någon form av anmälnings- eller tillståndsplikt behövas.

Som framhållits inledningsvis är grundvatten att betrakta som en förnybar och samtidigt begränsad naturresurs. Utnyttjandet av denna resurs måste därför ske i former som inte medför att grundvattenförekomsterna långsiktigt hotas. När det gäller de löpande uttagen av vatten bör den grundläggande utgångspunkten vara att de sammantagna vattenuttagen ur en grundvattenförekomst inte får överstiga den nybildning av grundvatten som sker inom det berörda området. Härutöver anser utredningen att det vid bedömningen av frågor om reglering av uttag kan vara rimligt att också

beakta bl.a. vilka bidrag till nybildningen av grundvatten inom ett område som kan anses hänförliga till olika fastigheter.

För att en bostad skall kunna användas för sitt syfte måste den ha tillgång till vatten av godtagbar kvalitet för att kunna användas bl.a. som dricksvatten, till matlagning och för personlig hygien. Vattnets fundamentala betydelse för levnadsförhållandena är också grunden för att det skall vara rimligt att lägga restriktioner på en fastighets vattenanvändning för att trygga en angränsande fastighets elementära vattenbehov. En annan fråga är hur långtgående restriktioner som kan anses motiverade och vilket vattenbehov som det skall anses nödvändigt att trygga. Som tidigare berörts beräknas den genomsnittliga vattenförbrukningen uppgå till ca 200 liter per person och dygn när det gäller permanentboende och 80 liter när det gäller fritidsboende. Att det inom områden med vattenbrist kan vara nödvändigt att acceptera uttag på lägre nivåer än dessa är uppenbart. Utredningen ser det dock inte som möjligt att generellt ange nivåer för vad som är ett grundläggande vattenbehov eller vad som är en rimlig inskränkning i en pågående vattenanvändning. Sådana bedömningar måste göras från fall till fall med hänsyn främst till hur stora vattenuttag som över huvud taget är möjliga samt till övriga omständigheter i de enskilda fallen.

3.4.2 Behov av ändringar i gällande lagstiftning

Vattenlagen

Eftersom vattenlagen är den lagstiftning som reglerar användningen av vattenresurserna ligger det nära till hands att överväga möjligheterna att åstadkomma den önskvärda regleringen av vattenuttagen från enskilda brunnar med stöd i första hand av vattenlagen. Som tidigare nämnts innehåller vattenlagen regler om tillståndstvång för vattentäkter varvid undantag dock gjorts för en en- eller tvåfamiljsfastighets husbehovsförbrukning. Vattenlagen innehåller också regler bl.a. om skydd för vattenförsörjningen, om former för samverkan mellan fastighetsägare vid vissa typer av vattenföretag samt om tillsyn över vattenföretag. Allmänt sett kan man således säga att vattenlagen innehåller just det slag av regelsystem som borde vara aktuellt för de frågor utredningen har att behandla. Den allmänna erfarenheten, dokumenterad i de utredningar av Länsstyrelsen i Stockholms län och Naturvårdsverket som nämnts i inledningen, synes dock vara att gällande regler i vattenlagen är svåra att tillämpa för att reglera uttag från

enskilda brunnar i samband med sådana problem med vattenbrist och saltvatteninträngning som här berörts. Frågan är då närmast vilka ändringar i vattenlagen som skulle kunna underlätta en sådan reglering.

Det är därvid naturligt att överväga en tillståndsplikt i vattenlagen även för grundvattentäkt för en- eller tvåfamiljsfastigheters husbehovsförbrukning. Det är främst sådana vattenföretag som finns i aktuella problemområden. Som anförts ovan är det dock inte realistiskt att tänka sig en allmän tillståndsplikt utan en tillståndsplikt bör gälla endast i de delar av landet där problemen förekommer. Vattenlagen är emellertid inte uppbyggd på ett sådant sätt att en tillståndsplikt inom vissa områden kan införas utan omfattande ändringar. Det finns även andra problem. Den som ansöker om tillstånd till ett vattenföretag enligt vattenlagen svarar för den utredning som är behövlig i målet. I många fall torde det behövas relativt omfattande utredningar för att avgöra t.ex. om och vilka begränsningar av vattenuttagen som behöver göras. Sådana utredningar bör som regel utföras av experter och kan bli kostsamma. I ansökningsmålen gäller som allmän regel att sökanden svarar för både sina egna och motpartens rättegångskostnader. Om en utvidgad tillståndsplikt skulle införas skulle den enskilde därför riskera att drabbas av höga rättegångskostnader. Reglerna i vattenlagen om sökandens utredningsskyldighet och kostnadsansvar skulle behöva ses över för att åstadkomma ett förfarande som är anpassat till de föreliggande problemen. Det är enligt utredningen tveksamt om problemets omfattning motiverar så relativt stora ändringar som det här skulle bli fråga om.

Utredningen gör, som tidigare nämnts, den bedömningen att det krävs anmälnings- eller tillståndsplikt för att en reglering av vattenuttag skall bli effektiv. Det förhållandet att det inte råder tillståndsplikt för husbehovstäkter innebär att länsstyrelsen såsom tillsynsmyndighet inte får vetskap om när en grundvattentäkt i ett bristområde tillkommer. Förutsättningarna för att bedriva en förebyggande samhällelig kontroll med stöd av vattenlagen är därför dåliga även om länsstyrelsen skulle ges utvidgade möjligheter i sin tillsynsverksamhet. Det kan också ifrågasättas om länsstyrelsen har den kännedom om de lokala förhållandena som behövs för en effektiv tillsyn.

Utredningen har övervägt möjligheten att göra mindre ändringar i vattenlagen utan att utvidga tillståndsplikten. Ett alternativ har varit att göra tillägg i 19 kap. vattenlagen. Syftet med kapitlet är dock främst att genom begränsningar i markanvändningen skydda en vattentäkt mot bl.a. föroreningar

medan det för utredningens del i detta sammanhang är fråga om begränsningar i utnyttjandet av vattentäkten som sådan. Det synes därför strida mot lagens systematik att införa begränsningar i den enskildes vattenanvändning i detta kapitel. Härtill kommer den ersättningsregel som finns i 19 kap. 7 § vattenlagen samt svårigheter för länsstyrelsen att kontrollera att meddelade föreskrifter efterlevs.

Ett annat alternativ som utredningen övervägt är att föreslå ändringar i 2 kap. vattenlagen. I 2 kap. 9 § finns regler för fall av allvarlig vattenbrist. Jordbruksverket har i rapporten "Bevattning 2 000" föreslagit ett nytt stadgande i detta kapitel till skydd för naturmiljön vid vattenbrist. Båda stadgandena gäller tillfälliga inskränkningar av en företagares rådighet vid en extraordinär situation. Är det, såsom i de fall utredningen behandlar, inte fråga om tillfälliga inskränkningar i ett vattenföretag får, såsom sker idag beträffande tillståndspliktiga vattenföretag, begränsningen göras efter ansökan om tillstånd. Också en reglering i 2 kap. av de enskilda vattenuttagen synes därför strida mot lagens systematik. Även det som anförts i föregående stycke om ersättningsskyldighet och kontrollsvårigheter äger tillämpning i förevarande fall.

I 22 kap. 7 § vattenlagen finns som tidigare nämnts bestämmelser om fördelning av vatten för husbehovsändamål när flera fastigheters behov inte kan täckas av samma grundvattentillgång. Bestämmelserna, vars innehåll inte helt synes överensstämma med de utgångspunkter utredningen här har angivit för en reglering, torde inte ha fått någon egentlig praktisk användning. Utredningen bedömer att en reglering enligt bestämmelser av detta slag i vattenlagen, även om bestämmelsernas innehåll modifierades för att bättre överensstämma med utredningens utgångspunkter, innebär ett förfarande med delvis samma praktiska svårigheter som tidigare redovisats avseende en tillståndsprövning enligt vattenlagen.

Vattenlagen innehåller som nämnts också regler om samverkan mellan fastigheter i frågor om markavvattning, bevattning och vattenreglering. Syftet med en bevattningssamfällighet är således bl.a. att vid vattenbrist fördela vattnet mellan bevattnare inbördes. De samverkansformer som finns i vattenlagen förutsätter emellertid att vattenföretaget är tillståndspliktigt enligt vattenlagen. Utredningen finner därför att inte heller vattenlagens former för samverkan är aktuella att tillämpa vad gäller de frågor utredningen nu behandlar.

Med hänsyn till vad som anförts har utredningen inte funnit skäl att nu föreslå några ändringar i vattenlagen i syfte att inom ramen för denna lag underlätta en reglering av vattenuttagen från enskilda brunnar.

Hälsoskyddslagen

En bostad skall enligt hälsoskyddslagstiftningen ha tillgång till vatten i erforderlig mängd och av godtagbar beskaffenhet till dryck, matlagning, personlig hygien och andra hushållsändamål. I de områden där det råder verklig brist på sött grundvatten finns inte sådan tillgång till vatten i tillräcklig omfattning och av godtagbar kvalitet. Brister härvidlag kan vara att hänföra till sanitär olägenhet vars uppkomst det åligger miljö- och hälsoskyddsnämnden att hindra. Nuvarande regler i hälsoskyddslagstiftningen ger nämnden möjlighet att meddela råd och anvisningar samt att ingripa med förelägganden när problem uppkommit. Reglerna ger emellertid inte kommunerna tillräckliga möjligheter att genom förebyggande åtgärder hindra uppkomsten av dessa problem. De möjligheter som finns för kommunerna att införa föreskrifter om skydd för enskilda grundvattentäkter med stöd av 11 § första stycket 5 hälsoskyddsförordningen får anses otillräckliga i detta sammanhang (jfr prop. 1987/88 s. 239).

En förebyggande kontroll av grundvattenuttagen i områden där det råder brist på vatten förutsätter bl.a. att myndigheterna har kännedom om de brunnar och andra anläggningar för vattenförsörjning som finns i problemområdena. Sådan kännedom ger möjlighet att förhindra en olämplig lokalisering vad gäller nya uttag och att ställa olika miljö- och hälsomässiga krav på anläggningars utförande och användning. För att skapa möjligheter för en sådan kontroll behövs bestämmelser i hälsoskyddslagen som ger kommunen möjlighet att föreskriva anmälnings- eller tillståndsplikt för grundvattentäkter i vissa områden inom kommunen. Utredningen föreslår att sådana bestämmelser införs.

Hälsoskyddslagen innehåller redan idag regler som ger kommunen möjlighet att införa tillståndsplikt inom vissa områden av kommunen. Sådan möjlighet finns för avloppsanordning och värmepumpsanläggning i 7 och 7 a §§ hälsoskyddslagen. Den nya regleringen bör utformas med dessa stadganden som förebild.

I båda de nu nämnda fallen har kommunen givits möjlighet att föreskriva att det inom vissa delar av kommunen skall fordras tillstånd för inrättande av respektive typ av anläggning. På motsvarande sätt bör kommunen nu ges möjlighet att föreskriva att det inom områden där risk föreligger för vattenbrist eller för saltvatteninträngning skall krävas tillstånd för inrättande av brunn eller annan anordning för uttag av grundvatten. Som tidigare framhållits är det inom många områden de redan pågående uttagen som utgör problemet. För att bli effektiv måste regleringen därför kunna omfatta även uttag från befintliga brunnar. Utredningen har emellertid bedömt att en tillståndsplikt för fortsatta uttag av vatten ur befintliga brunnar dels är en alltför ingripande åtgärd, dels riskerar att medföra en administrativ hantering som inte är motiverad. Utredningen föreslår därför att kommunen i stället skall kunna föreskriva att det inom de berörda områdena krävs en skriftlig anmälan till miljö- och hälsoskyddsnämnden för fortsatta uttag av grundvatten från befintliga brunnar. Redan genom en anmälningsplikt får kommunen möjlighet att skaffa sig den information om uttagsmängder m.m. som behövs för att behovet av en närmare reglering skall kunna bedömas. Både ett tillstånds- och ett anmälningsförfarande ger sedan miljö- och hälsoskyddsnämnden möjlighet att lämna råd och anvisningar men också att meddela de föreskrifter i enskilda fall som kan behövas. Sådana föreskrifter föreslås i tillståndsfallen kunna meddelas i form av villkor för tillståndet. I anmälningsfallen kan miljö- och hälsoskyddsnämnden med stöd av 18 § hälsoskyddslagen meddela förelägganden eller förbud. Det är inte tänkt att det skall föreligga någon skillnad mellan de båda fallen — bortsett från att föreskrifter med stöd av 18 § normalt skall föregås av råd eller anvisningar — vad gäller möjligheten att meddela inskränkningar i användningen av en anläggning.

Utredningen vill framhålla de samordningsfördelar det innebär att reglera frågorna om uttag ur enskilda brunnar med stöd av hälsoskyddslagen. Genom att miljö- och hälsoskyddsnämnderna regelmässigt hörs när det gäller vattenförsörjningsfrågor i samband med planläggning eller bygglovsprövning har de redan en kompetens att behandla berörda frågor och en god kännedom om de lokala förhållandena. Det nära samband som föreligger vid enskild vattenförsörjning mellan hanteringen av frågorna om dels vattenuttag, dels behandling av avloppsvatten gör också miljö- och hälsoskyddsnämnderna lämpade att pröva frågor om reglering av vattenuttag. Infiltration av avloppsvatten i närheten av berörda brunnar kan vara ett väl så stort hot mot brunnarna som vattenbrist och saltvatteninträngning.

Nu föreslagen reglering i hälsoskyddslagen av vattenuttag syftar till att förhindra uppkomsten av sanitär olägenhet genom att en bostad lider brist på sött grundvatten, eller att undanröja sådan olägenhet. Det krävs därför att det i vart fall föreligger risk för brist på sött grundvatten för att anmälnings- och tillståndsplikt skall få införas. Bedömningen av vilket underlag som krävs för att kommunen skall kunna införa sådan plikt måste självfallet ske med utgångspunkt i den lokala vattensituationen. Det är svårt att generellt ange vilka krav man skall ställa på underlaget för kommunens ställningstagande. Närmare riktlinjer i dessa avseenden bör utformas av berörd central tillsynsmyndighet i form av allmänna råd. Utredningen redovisar i det följande några tänkta situationer i syfte att ge viss vägledning i frågan.

En indikation på att ett område lider brist på sött vatten eller i vart fall riskerar att drabbas av sådan brist är förhöjda salthalter i det vatten som tas från en brunn. Är det endast en brunn i en grundvattenförekomst som drabbats av sådana problem ligger det närmast till hands att misstänka att det är fråga om en felaktig brunnskonstruktion. Vanligen har man då borrarat för djupt och nått ända ner till saltvattengränsen. Uppkomsten av ett sådant problem visar ändå att det finns risk för att enskilda fastighetsägare kan drabbas av salt vatten vid nyanläggning av en brunn. Om flera brunnar inom samma grundvattenförekomst har eller har haft sådana problem finns det starka skäl som talar för att det råder en brist på sött vatten eller risk för sådan brist. Om en kommun genom egna vattenprover eller genom SGU:s arkiv över kemiska analyser kan påvisa flera fall av saltvatteninträngning inom en grundvattenförekomst kan detta också utgöra tillräckligt underlag för att införa anmälnings- eller tillståndsplikt. I andra fall kan bristen på vatten visa sig genom att brunnar sinar. Finns det flera brunnar i ett område som uppvisar sådana problem måste även detta vara tillräckligt för att införa tillstånds- eller anmälningsplikt för vattenuttag inom området.

Har en kommun inte tillgång till sådant material som visar att problem redan uppstått men ändå gör den bedömningen att området är sådant att det finns risk för brist på sött vatten bör det krävas viss utredning som stöder detta. En sådan utredning kräver som regel studier av tillgängliga hydrogeologiska kartor och geologiska kartor samt av uppgifter från SGU:s arkiv, sammanställning av uppgifter om befintlig bebyggelse och befintligt grundvattenutnyttjande samt i vart fall översiktliga vattenbalansberäkningar.

Olika grundvattenförekomsternas utbredning kan ofta avgränsas med tillräcklig noggrannhet med hjälp av befintligt underlag, främst geologiska och topografiska kartor. Att bestämma vilket område och därmed vilka fastigheter och brunnar som bör omfattas av tillstånds- eller anmälningsplikt torde därför i allmänhet inte kräva omfattande undersökningar.

I ett område där tillstånds- eller anmälningsplikt införts har miljö- och hälsoskyddsnämnden sedan möjlighet att ge råd och anvisningar eller meddela föreskrifter om vattenanvändningen när det gäller fastigheter med uttag ur samma grundvattenförekomst. Det kan gälla bevattningsförbud under sommarmånaderna, införande av vattensnål teknik eller förbud mot nya vattentoaletter. Råd och anvisningar bör därvid ofta kunna lämnas redan i samband med att anmälnings- eller tillståndsplikt införs och grundas på samma underlag. Kommunen bör i princip också kunna föreskriva att vattnet i ett område med betydande problem får användas endast för förtäring, livsmedelsberedning och hygien. En sådan föreskrift är givetvis svår att kontrollera. Ett alternativ kan därför vara att föreskriva ett högsta tillåtet grundvattenuttag. Ett sådant beslut bör kunna förenas med föreskrift om att vattenmätare skall installeras. Vilka krav som i denna situation skall ställas på underlaget för nämndens beslut är avhängigt bl.a. av hur genomgripande restriktioner som införs. Om situationen inom ett område bedöms som så allvarlig att nämnden avser att föreskriva ett högsta tillåtet grundvattenuttag som innebär en kännbar restriktion för den eller de fastigheter som berörs bör krävas dels att olägenheterna för drabbade fastigheter är dokumenterade, dels att det inte är osannolikt att ett samband mellan uttagen på de olika fastigheterna föreligger. Mera omfattande begränsningar av vattenuttagen behöver dock oftast bara gälla under vissa perioder då belastningen är som högst och nybildningen av grundvatten som lägst, t.ex. sommarmånaderna. Sådana tidsbegränsade inskränkningar bör i regel kunna ses som försiktighetsåtgärder som inte kräver ett lika omfattande beslutsunderlag som mera bestående restriktioner.

Den nu föreslagna regleringen enligt hälsoskyddslagen bör endast avse sådana anläggningar för grundvattentäkt som inte tillståndsprövats enligt vattenlagen. Det bör i sammanhanget observeras att en brunn för två eller flera fastigheters husbehovsförbrukning inte är undantagen från tillståndsplikt i vattenlagen enligt bestämmelsen i 4 kap. 1 a § 1. Den kräver dock enligt 4 kap. 2 § vattenlagen ofta inte tillstånd eftersom det i de flesta fall är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom

företagets inverkan på vattenförhållandena. I sådana områden där det råder brist på sött grundvatten torde brunnen dock vara tillståndspliktig (jfr prop. 1981/82:130 s. 431). Med få undantag torde det vara så att de grundvattentäkter som finns i ett bristområde och som förser två eller fler hushåll inte har tillstånd enligt vattenlagen. Dessa omfattas emellertid då enligt förslaget av regleringen enligt hälsoskyddslagen.

För att myndigheter inte skall komma till olika resultat bör vattendomstolen, i de fall en grundvattentäkt inom ett bristområde provas enligt vattenlagen, ta hänsyn till de inskränkningar som meddelats med hänsyn till hälsoskyddet. I 3 kap. 2 § vattenlagen finns idag föreskrivet att vissa bestämmelser utanför vattenlagen skall beaktas vid utförandet av ett vattenföretag. Det är fråga om bestämmelser för bebyggande eller annan användning av ett mark- eller vattenområde. Det är rimligt att stadgandet görs tillämpligt också beträffande användningen av en grundvattentillgång.

Troligen är det ett fåtal tillståndsprövade vattenföretag som har verksamhet inom ett bristområde. Normalt har det företag som prövats enligt vattenlagen givits de begränsningar som är behövliga med hänsyn till bristsituationen. Skulle så inte vara fallet kan det i vissa fall vara angeläget att införa tillfälliga begränsningar, med stöd av hälsoskyddslagen, som går längre än vad som angivits i vattendomen (se prop. 1981/82:130 s. 564). I sådana fall torde inskränkning för en grundvattentäkt kunna göras med stöd av bestämmelsen i 14 § HL.

Utredningen är medveten om att hälsoskyddslagen för närvarande är föremål för en genomgripande översyn liksom annan lagstiftning på miljöområdet. Enligt en i mars 1994 lämnad lagrådsremiss om en ny miljöbalk skall hälsoskyddslagen inordnas i miljöbalken. Det är därvid tänkt att grundläggande aktsamhetsregler i nuvarande hälsoskyddslagstiftning skall överföras till miljöbalken medan närmare bestämmelser om hälsoskyddet skall tas in i föreskrifter som beslutas av regeringen eller tillsynsmyndigheten. Utredningen redovisar emellertid sina överväganden och förslag utifrån de nuvarande reglerna i hälsoskyddslagen. De anpassningar till en kommande miljöbalk som kan erfordras får därvid ske vid förslagens fortsatta beredning.

Plan- och bygglagen

Som nämnts i avsnitt 3.3 har i plan- och bygglagen införts möjlighet att genom detaljplan eller områdesbestämmelser föreskriva bygglovsplikt inom särskilda områden. Bestämmelsen infördes år 1991 i avvaktan på den prövning av frågor om reglering av vattenuttag från enskilda brunnar som utredningen nu har i uppdrag att göra. Bestämmelserna torde inte ha använts i någon större omfattning. De ändringar utredningen nu föreslagit i hälsoskyddslagen har i huvudsak samma syfte som bygglovsplikten för grundvattentäkter. Utredningen kommer i sitt fortsatta arbete i anslutning till övriga överväganden som rör plan- och bygglagen att också pröva frågan om den särskilda bygglovsplikten för grundvattentäkter bör finnas kvar.

Anläggningslagen

Som utredningen tidigare framhållit är en samverkan mellan berörda fastighetsägare oftast en förutsättning för att olägenheter i form av vattenbrist eller saltvatteninträngning skall kunna få en tillfredsställande lösning. I de fall då en reglering av vattenförsörjningen inom ett område innebär att uttagen ur olika brunnar begränsas kan föreskrifter av myndigheter sällan isolerade få tillräckligt genomslag. Kommunen har inte heller möjligheter att utöva en heltäckande tillsyn över efterlevnaden. Även om föreskrifter enligt hälsoskyddslagen av det slag utredningen föreslagit kan vara nödvändiga för att ge en stadga åt regleringen och för att skapa den legala grunden för ingripanden behöver föreskrifterna kompletteras med aktiva insatser från de boende inom området där problemen finns. I sådana fall då en reglering av uttagen från befintliga brunnar behöver kompletteras med åtgärder i form av nyanläggning av brunnar, ledningssystem m.m. för att öka tillförseln av vatten till den aktuella bebyggelsen är det nödvändigt att åtgärderna sker i samverkan mellan fastighetsägarna.

Samverkan kan naturligtvis ske i helt frivilliga former genom villa- eller stugföreningar eller på annat sätt. Avtal mellan berörda fastighetsägare, eventuellt kompletterade med servitut kan vara andra former för samverkan. Inte sällan torde dock någon form av fastare reglering av samarbetet vara nödvändig särskilt när det blir fråga om ekonomiska insatser för nya gemensamma anordningar för områdets vattenförsörjning. I sådana fall kan det vara aktuellt att inrätta gemensamhetsanläggning enligt anläggningslagen.

Anläggning för vattenförsörjning är idag en typ av gemensamhetsanläggning som är vanlig. En sådan gemensamhetsanläggning består då i regel av brunn med tillhörande pumpanläggning och vattenledningar till olika nyttjare. I dag förekommer dock sällan sådana anläggningar i de problemområden som beskrivits ovan. I dessa områden tar som regel en fastighetsägare vatten ur en egen brunn och använder inte pumpanläggning eller vattenledning tillsammans med annan fastighetsägare. Brunnarna förser normalt endast en fastighet och fastighetsägaren har inte annat gemensamt med övriga fastighetsägare än att de tar vatten ur samma grundvattenförekomst. Vad som då skulle vara gemensamt för deltagarna i en samfällighet skulle möjligen vara grundvattenförekomsten som sådan eller kanske rätten att ta ut vatten ur grundvattenförekomsten. Enligt utredningen är det tveksamt om anläggningslagen kan tillämpas i dessa områden enbart för att reglera uttagsvolymerna. Även om man skulle kunna tänka sig att låta en nytthet av det slag som en grundvattenförekomst är kunna utgöra en gemensamhetsanläggning är det mycket svårt att i tillräcklig grad precisera och avgränsa en sådan nytthet.

I de fall då det som alternativ eller komplement till en reglering av uttagen kan bli aktuellt med nya brunnar och andra anordningar för områdets vattenförsörjning blir en tillämpning av anläggningslagen av större intresse. Även i dessa fall kan det emellertid vara svårt att få samtliga fastigheter att delta i en gemensamhetsanläggning.

En regel som kan utgöra ett problem i sammanhanget är 5 § anläggningslagen. Enligt detta stadgande, det s.k. väsentlighetsvillkoret, måste det vara av väsentlig betydelse för fastighet att delta i gemensamhetsanläggning för att fastigheten skall kunna anslutas utan medgivande från fastighetsägaren. Syftet med regeln är att den enskilde fastighetsägaren i princip skall skyddas mot att hans fastighet skall nödgas delta i en anläggning som han inte har någon påtaglig nytta av. En anslutning till gemensamhetsanläggning måste således för hans del innebära någon förbättring för att 5 § anläggningslagen inte skall utgöra ett hinder. I ett problemområde finns det som regel brunnar som aldrig haft problem med bristande vattentillgång eller saltvatteninträngning. En fastighetsägare som själv inte har och inte heller har haft sådana problem kan därför anse att han inte har någon påtaglig nytta av en gemensamhetsanläggning.

I detta sammanhang bör emellertid ett ingripande enligt hälsoskyddslagen som berör hela området kunna ses som en omständighet som visar att också den aktuella fastighetsägaren kan ha nytta av den gemensamhetsanläggning som behövs för en tillfredsställande helhetslösning för området. Ytterligare en omständighet som bör kunna vara av betydelse vid bedömningen av nyttan för en fastighet att delta i en gemensamhetsanläggning är fastighetens storlek och belägenhet. En liten fastighet som inte kan anses bidra med annat än en begränsad del av nybildningen av grundvatten inom området kan hävdas vara i större behov av gemensamma lösningar än en stor fastighet vars yta svarar för en betydande del av nybildningen av grundvatten för den aktuella grundvattenförekomsten.

Gemensamhetsanläggning får inte inrättas om ägarna av de fastigheter som skall delta i anläggningen mera allmänt motsätter sig åtgärden och har beaktansvärda skäl för det, det så kallade opinionsvillkoret. I förarbetena till stadgandet anges att syftet med en anläggning skulle kunna förfelas om anläggningen får inrättas i strid med en allmän fastighetsägaropinion. Opinionsvillkoret gäller dock inte om behovet av anläggningen är synnerligen angeläget. I områden där det finns starka motsättningar mot deltagande i gemensamhetsanläggning för reglering av vattenförsörjning kan även detta stadgande utgöra ett hinder mot att bilda en gemensamhetsanläggning. I många av de fall som nu är aktuella torde dock inte detta villkor vara något avgörande hinder. Samma torde gälla om det s.k. båtnadsvillkoret i 6 § anläggningslagen.

Utredningen har övervägt om det finns anledning att i detta sammanhang aktualisera ändringar av anläggningslagen för att underlätta en tillämpning i de nu berörda situationerna. Den balans mellan olika intressen som bestämmelserna i anläggningslagen syftar till att tillgodose är emellertid viktig även i här aktuella fall. Utredningen har inte funnit att det framkommit tillräckliga skäl att nu föreslå ändringar i anläggningslagen vid sidan av de redan föreslagna ändringarna i hälsoskyddslagen.

4 Specialmotivering

4.1 Förslaget till lag om ändring i hälsoskyddslagen (1982:1080)

7 b §

Paragrafen som är ny, innehåller bestämmelser om anläggningar för grundvattentäkt. Den är utformad med 7 och 7 a §§ som förebild.

I *första stycket* slås fast att det grundläggande syftet med bestämmelserna är att, i områden där knapphet på sött grundvatten råder eller kan befaras uppkomma, hindra uppkomsten av sanitär olägenhet, dvs. att en bostad inte har tillgång till vatten i tillräcklig omfattning och av godtagbar kvalitet. I begreppet knapphet på sött grundvatten inbegrips såväl det fallet att brunnar sinar som att brunnarna drabbas av saltvatteninträngning. Det är alltså fråga om situationer där brist på grundvatten uppstår då den tillgängliga vattenmängden är för liten eller då vattnets kvalitet omöjliggör användningen av vattnet som dricksvatten. Med anläggning för grundvattentäkt avses anläggning för bortledande av grundvatten ur en grundvattenförekomst.

I *andra stycket* finns bestämmelser om att anmälnings- och tillståndsplikt kan införas för inrättande och användande av anläggning för grundvattentäkt inom vissa områden av kommunen där det råder eller kan befaras uppkomma brist på grundvatten för den enskilda vattenförsörjningen. Det är fråga om områden där det antingen finns bostäder som inte har tillgång till vatten i erforderlig mängd och av godtagbar kvalitet eller finns risk för att sådana problem skall uppkomma och där orsaken är att grundvattenuttagen från brunnar i området är eller kan befaras bli för stora. I sådana områden har kommunen rätt att föreskriva anmälnings- eller tillståndsplikt, om det behövs för att hindra uppkomsten av sanitär olägenhet. Kommunen får därigenom möjlighet att förhindra tillkomsten av eller påverka användningen av nya anläggningar. Härigenom kan kommunen förhindra en olämplig lokalisering eller ställa krav på anläggningens användande. Äldre anläggningar skall dock inte kunna omfattas av tillståndsplikt. För dessa anläggningar bör endast kunna föreskrivas anmälningsplikt. Genom anmälningsplikten får dock kommunen kännedom om alla anläggningar av

ifrågavarande slag. Kommunen kan därefter ge råd och anvisningar för hur anläggningarna skall användas i området. Följs inte dessa har kommunen möjlighet att meddela förelägganden och förbud enligt 18 § hälsoskyddslagen. Ansökan eller anmälan skall ske till nämnd som har att fullgöra kommunens uppgifter inom miljö- och hälsoskyddsområdet.

I *tredje stycket* ges kommunen möjlighet att i ett tillståndsbeslut föreskriva villkor för att en anläggning för grundvattentäkt skall få inrättas och användas. Det är fråga om villkor som behövs för att hindra uppkomsten av sanitär olägenhet eller undanröja sådan olägenhet. Som angivits ovan är det viktigt att kommunen kan ställa krav på anläggningen och hur den används. I områden där det finns risk för saltvatteninträngning kan det t.ex. finnas behov av att föreskriva ett maximalt borrhjup som en förutsättning för att tillåta en anläggning. Det måste även finnas möjlighet att begränsa användningen av vattnet. Kommunen kan därför i tillståndsbeslutet föreskriva olika inskränkningar i användningen. Det kan exempelvis gälla förbud för bevattning av trädgård eller förbud att inrätta vattentoalett. Andra villkor kan vara krav på vattensnål teknik. I vissa fall kan det finnas behov av att föreskriva ett högsta tillåtna grundvattenuttag. I sådana fall kan kommunen ställa som villkor att vattenmätare installeras så att kommunen har möjlighet att utöva tillsyn över verksamheten. Föreskrifterna får inte medföra oskäligen inskränkningar. I många fall bör villkoren kunna begränsas till att gälla vissa perioder då belastningen är som högst, t.ex. sommarmånaderna. Nu nämnda fall bör ses som en exemplifiering på villkor som kommunen kan tänkas ställa på en anläggning för att bevilja tillstånd. Kommunen ges också möjlighet att ompröva villkoren för ett tillståndsbeslut om hälsoskyddet kräver det. I tillståndsbeslutet bör därför erinras om att villkoren kan omprövas.

I *fjärde stycket* anges att anmälnings- och tillståndsplikten inte gäller om anläggningen har tillståndsprövats och fått tillstånd enligt miljöskyddslagen eller vattenlagen.

Föreskriften i *femte stycket* om giltighetstiden för ett tillstånd har 7 och 7 a §§ som förebild. Ett tillstånd att inrätta en anläggning för grundvattentäkt kanske inte utnyttjas förrän efter flera år. Grunderna för tillståndet kan då ha förändrats och ett nytt ställningstagande från nämnden kan vara önskvärt. Tillståndet för att inrätta en anläggning gäller i fem år men förfaller om arbetet med anordningen inte har påbörjats inom två år. En

anläggning som färdigställts inom den angivna femårsperioden behöver således inte något nytt tillstånd efter utgången av denna tidsperiod.

23 §

Paragrafen har ändrats så att också överträdelse av 7 b § andra stycket medför straffansvar på samma sätt som överträdelse av de övriga i paragrafen angivna bestämmelserna.

4.2 **Förslaget till förordning om ändring i hälsoskyddsförordningen (1983:616)**

13 §

Paragrafen har ändrats så att också de områden i vilka införts anmälnings- och tillståndsplikt enligt 7 b § andra stycket hälsoskyddslagen skall märkas ut på en karta på samma sätt som de övriga i paragrafen angivna bestämmelserna.

14 §

Föreskrifterna i *tredje stycket* syftar i nuläget till att informera allmänheten om att kommunen föreskrivit tillståndsplikt enligt 7 § andra stycket tredje meningen och 7 a § andra stycket andra meningen hälsoskyddslagen. Paragrafen har ändrats så att också anmälnings- och tillståndsplikt enligt 7 b § andra stycket omfattas av informationsplikten.

4.3 **Förslaget till lag om ändring i vattenlagen (1983:291)**

3 kap.

2 §

Andra stycket har ändrats så att det omfattar, förutom bestämmelser för bebyggande eller annan användning av ett mark- eller vattenområde, även bestämmelser för användning av en grundvattentillgång. Vid tillståndsprövning av ett vattenföretag, som är tänkt att lokaliseras inom ett område där det råder anmälnings- och tillståndsplikt enligt 7 b § hälsoskyddslagen, skall tillståndsmyndigheten ta hänsyn till att kommunen, genom att föreskriva sådan plikt, bedömt att området har eller kan befaras få brist på sött grundvatten.

En ändring av stadgandet har bedömts nödvändig för att det även skall omfatta användandet av en grundvattentillgång. Den definition av begreppet vattenområde som ges 1 kap. 3 § tredje stycket tyder på att en grundvattentillgång inte är att anse som ett vattenområde i vattenlagens mening.

GRUNDVATTNETS FÖREKOMST, KVALITET OCH NYTTJANDE I SVERIGE

**Bakgrundsbeskrivning till grundvattenutredningen
(M 1993:15), "Förbättrad hushållning med
grundvatten".**

GRUNDVATNETS FÖREKOMST, KVALITET OCH NYTTJANDE I SVERIGE

**Bakgrundsbeskrivning till grundvattenutredningen
(M 1993:15), "Förbättrad hushållning med
grundvatten".**

Uppsala, Juni 1994

GRUNDVATTNETS FÖREKOMST, KVALITET OCH RYTTJÄNDE I SVERIGE

En grundvattensundersökning i ett grundvattensområde
(01 1993/12) "En grundvattensundersökning med
grundvatten".

**BAKGRUNDSBESKRIVNING TILL GRUNDVATTEN-
UTREDNINGEN, KOMMITTÉDIREKTIV 1993:126**

**"GRUNDVATTNETS FÖREKOMST,
KVALITET OCH NYTTJANDE I SVERIGE"**

Sammanfattning	Sid 3
A. Inledning	Sid 5
B. Vattnets kretslopp	Sid 6
- 1. Vattenflöden	Sid 6
- 2. Vattnets cirkulation	Sid 6
C. Grundvattnet i Sverige	Sid 10
- 1. Grundvattnets förekomst: definitioner, egenskaper och variationer	Sid 10
- 2. Grundvatten i jordlager	Sid 18
- 3. Grundvatten i berggrund	Sid 23
- 4. Grundvattenkvalitet	Sid 28
- 5. Grundvattnet och klimatförändringar	Sid 31
D. Hot mot grundvattnet.	Sid 33
- 1. Regional påverkan	Sid 34
- 2. Lokal påverkan	Sid 40
1 Grundvattenuttag	Sid 41
2 Deponier, förorenade markområden mm	Sid 45
3 Avsiktlig infiltration av förorenat vatten	Sid 45
4 Olyckor	Sid 47
E. Användning av grundvatten	Sid 47
- 1. Dricksvattenförsörjning.	Sid 48
1 Kommunal dricksvattenförsörjning	Sid 49
2 Enskild dricksvattenförsörjning	Sid 50
- 2. Övrig grundvattenanvändning.	Sid 56
1 Jordbrukets vattenförsörjning	Sid 56
2 Industrins vattenförsörjning.	Sid 56
3 Energi	Sid 58
- 3. Grundvattnet som recipient	Sid 58
- 4. Grundvattnet i ett ekologiskt perspektiv	Sid 59

F. Problem i samband med grundvattnets mängd, kvalitet och nyttjande.	Sid 60
- 1. Salt grundvatten	Sid 60
- 2. Försurning	Sid 64
- 3. Kväveföreningar i grundvattnet	Sid 64
- 4. Järnhaltigt grundvatten	Sid 68
- 5. Radon i grundvattnet	Sid 68
- 6. Svavelväte	Sid 69
- 7. Fluorid	Sid 71
- 8. Områden där brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning föreligger eller förväntas uppstå	Sid 72

Bilagor:

1. Typ av vattenförsörjning för permanent boende i småhusfastigheter enligt fastighetstaxeringen. SCB 1993
2. Typ av vattenförsörjning för fritidsfastigheter enligt fastighets-
taxeringen. SCB 1993
3. Typ av vattenförsörjning för folkbordförda innevånare inom
kommunerna enligt VAV 1992

SAMMANFATTNING

Grundvattnet är en viktig del av vattnets kretslopp och är därmed också en viktig del i det ekologiska systemet.

Sverige har vid en internationell jämförelse ett gynnsamt klimat för en relativt stor grundvattenbildning. Grundvattenbildningen utgör förutsättningen för de goda grundvattenförekomster som generellt kan anses föreligga i Sverige. Volymen utvinnbart grundvatten i marken beror på de geologiska formationernas egenskaper. I Sverige finns stora grundvattenförekomster främst i sand- och grusavlagringar och i vissa sedimentära bergarter. Utbredningen av sådana geologiska formationer är ytmässigt relativt liten, men bra grundvattenförande formationer finns över hela landet. För stora behov av grundvatten, t ex för kommunal vattenförsörjning och bevattning, är man således hänvisad till vissa formationer. För mindre behov för t ex enskild vattenförsörjning finns i allmänhet goda förutsättningar i hela landet.

Grundvattenkvaliteten kan också generellt betraktas som god men variationer föreligger. Grundvattnets kvalitet påverkas dels av naturliga förhållanden som nederbördens kvalitet och markens mineralogiska sammansättning, dels av olika mänskliga aktiviteter.

Hot mot grundvattnets mängd föreligger generellt inte. Långsiktiga klimatförändringar kommer att påverka grundvattensituationen. Det är emellertid inte klarlagt hur t ex en temperaturhöjning påverkar grundvattnets mängd. Lokalt kan påverkan ske genom för stora grundvattenuttag så att bristsituationer kan uppstå.

Då vattnet både globalt och lokalt är i ständig rörelse är vattnet kanske den viktigaste transportören av både nyttiga och onyttiga ämnen. Ser man till hoten är det främst transporten av miljöfarliga eller miljöstörande ämnen som är aktuella. Grundvattnet tar emot sådana ämnen från en mängd olika aktiviteter, t ex utsläpp i atmosfären från industriprocesser och trafik, jordbruk, boende, deponier och olika olyckor. Man kan dela in hoten i två kategorier, dels sådana där spridningsprocesserna (t ex luftföroreningar) eller aktiviteterna (t ex skogs- och jordbruk) påverkar stora arealer (regional påverkan), dels sådana där påverkan är att betrakta som areellt begränsad t ex deponier, avloppsinfiltration eller grundvattenuttag för vattenförsörjning (lokal påverkan). De allvarligaste regionala hoten bedöms vara försmurningen och kväveföreningar. Lokalt förekommer en mängd ämnen som utgör hot mot t ex vattenförsörjning och vattendrag. Sådana ämnen är tungmetaller, organiska miljögifter och växtnäringssämnen. Mikroorganismer är också ett vanligt förekommande problem i samband med enskild vattenförsörjning. Problem med dricksvattnets kvalitet orsakade av naturligt förekommande ämnen, främst järn, mangan, fluorid, klorid (salta grundvatten), radon och svavelväte är relativt vanliga.

De huvudsakliga användningsområdena för grundvatten är för vattenförsörjning och som recipient.

Den kommunala vattenförsörjningen baseras till i det närmaste 50 % på naturligt och konstgjort grundvatten. Enskild vattenförsörjning för permanentboendet omfattar ca 1.2 miljoner människor och baseras nästan uteslutande på grundvatten. Fritidsboendet i nära 0.6 miljoner fastigheter bedöms basera sin vattenförsörjning till övervägande del på grundvatten. Jordbruk, industri och värmepumpar använder också förhållandevis stora grundvattenmängder.

Grundvattnet som recipient bör ses i det ekologiska perspektivet, dvs som en del i vattnets kretslopp och som därvid påverkar växter, djur och människor.

Brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning kan sägas uppstå antingen då den tillgängliga vattenmängden är för liten för ett rimligt behov eller då vattnets kvalitet omöjliggör användningen av vattnet som dricksvatten.

Bristssituationer för enskild vattenförsörjning bedöms endast kunna uppstå i begränsade områden. Risken bedöms särskild stor där ett tätt permanent- och fritidsboende föreligger och boendets vattenförsörjning inte är kommunal.

Det finns inte underlag för att närmare kvantifiera bristen på grundvatten för enskild vattenförsörjning. Områden där sådan brist förekommer eller riskerar att öka finns i begränsad utsträckning främst längs våra kuster och på skärgårdsöarna och i låglänta delar nära stora sjöar och vattendrag i Mellansverige i allmänhet och särskilt i Upplands, Stockholms, Södermanlands, Östergötlands, Göteborgs och Bohus och Blekinge län samt på Gotland och Öland.

A. INLEDNING

Grundvattenutredningen (M 1993:15) har givit Sveriges geologiska undersökning, SGU, i uppdrag att sammanställa en bakgrundsbeskrivning av grundvattnets förekomst, kvalitet och nyttjande i Sverige. Bakgrundsbeskrivningen skall utgöra ett underlag för olika ställningstaganden i utredningen.

Syftet med bakgrundsbeskrivningen är att ge en allmän information om grundvattnet i Sverige. Informationen skall dels vara tillgänglig för en lekman, dels utgöra underlag för utredningens överväganden om behov och inriktning av åtgärder.

Bakgrundsbeskrivningen har tagits fram av enheten för hydrogeologi vid SGU. I arbetet har deltagit en arbetsgrupp representerande olika specialiteter inom det hydrogeologiska området. Utredningens sakkunniga har bidragit med synpunkter under arbetets gång.

B. VATTNETS KRETSLOPP

B.1 Vattenflöden

Av allt vatten som finns lagrat på jorden är bara en liten del sötvatten. Den allra största delen, eller ca 96.5 procent, finns i haven. Sötvattnet fördelas i princip i lika delar mellan grundvatten och glaciärer. En liten del, ca 2 promille, förekommer som vattenånga, sjöar, floder och markfuktighet. Det vatten som finns i de olika lagren (magasinen) har olika lång lagringstid (uppehållstid). Man räknar med att uppehållstiden, dvs den tid det tar för ett fullständigt utbyte av vatten, för vattnet i glaciärerna är ca 10 000 år, i grundvattenförekomsterna ca 5000 år, i världshaven ca 2600 år, i sjöarna ca 10 år, i marken ca 11 månader, i floderna ca 12 dagar och i luften ca 10 dagar. I tabell B.1.1 redovisas volymerna av olika vattenförekomster på jorden (efter Shiklomanov, "The world water resources: How much do we really know about them", UNESCO, IHP 25-year commemorative symposium, Paris, 1990).

Tabell B.1.1. Vattenförekomster på jorden

Typ av vattenförekomst	Volym, km ³ x 1000	Andel av den totala vattenmängden, %	Andel av sötvattenmängden, %
Världshaven	1338000	96.5	-
Sött grundvatten	10530	0.76	30.1
Salt grundvatten	12870	0.92	-
Glaciärer	24064	1.74	68.7
Sötvattensjöar	91	0.007	0.26
Saltvattensjöar	85.4	0.006	-
Vattendrag	2.12	0.0002	0.006
Atmosfären	12.9	0.001	0.04
Total vattenmängd	1385984	100	-
Sötvattenmängd	35029	2.53	100

B.2 Vattnets cirkulation

Vatten är ett förnyelsebart ämne av vital betydelse för allt liv på jorden. Med solen som energikälla och under inverkan av gravitationskraften drivs en gigantisk process där avdunstningen lyfter vattenånga från världshaven i en omfattning av 505 000 km³/år. Av denna volym återbördas 454 500 km³ till haven som nederbörd. 50 500 km³ förs som vattenånga in över landområdena där den förenas med 68 500 km³ lokalt genererad nederbörd. Tillsammans ger dessa mängder en årlig nederbörd av 119 000 km³ över landområdena. Av denna nederbörds-mängd avrinner huvuddelen (47 000 km³) som grund- och ytvatten. Grundvattnet rör sig under inverkan av tyngdkraften och markens egenskaper till lågområden i landskapet där det efter kortare eller längre uppehållstid tränger upp till markytan och avrinner via bäckar,

åar, sjöar och floder till havet. I fig. B.2.1 visas de olika komponenterna i vattnets kretslopp, den hydrologiska cykeln. (Från "Grundvattnet i Sverige", SGU Ser Ah nr 17, under utgivning.)

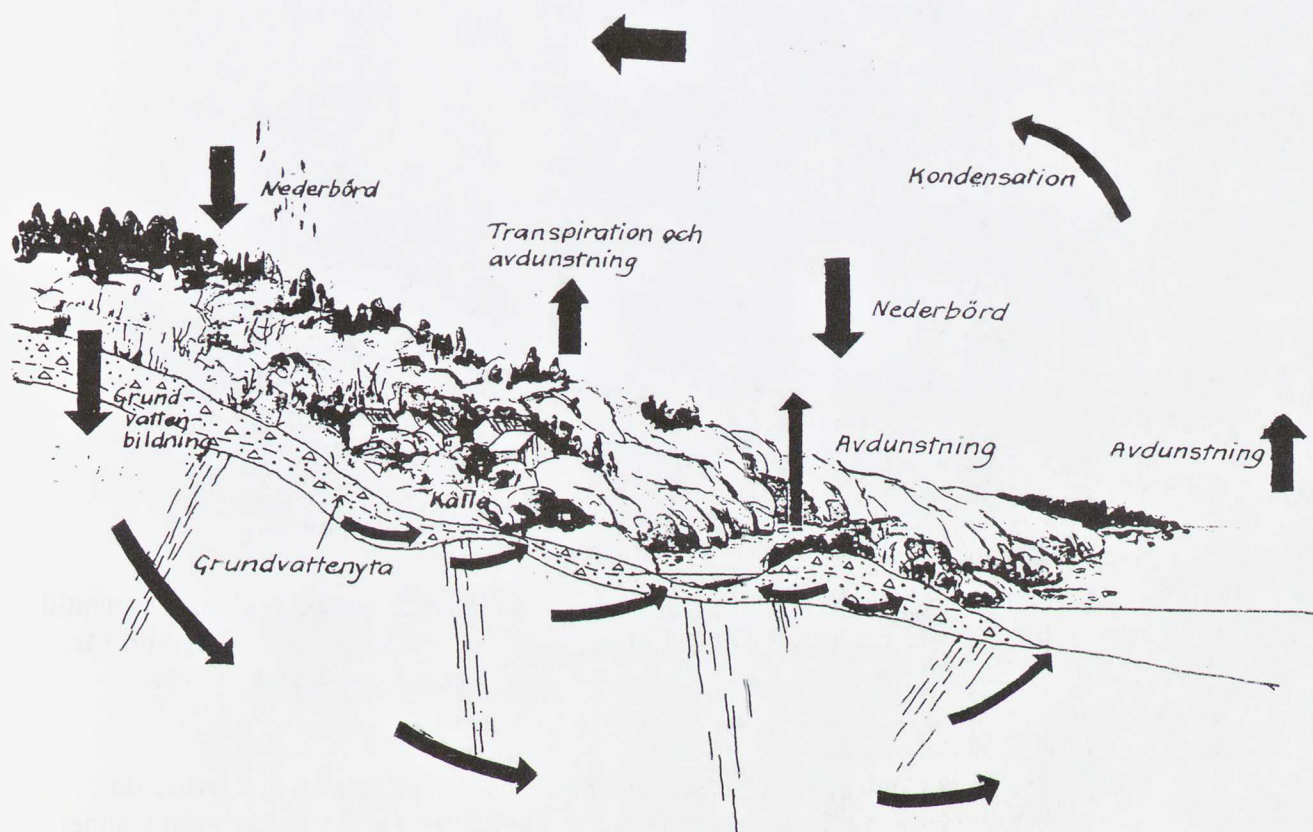


Fig. B.2.1. Vattnets kretslopp

Om man istället betraktar situationen på årsbasis för Sverige (Water in Sweden, 1977) kommer man till att det totala inflödet av vattenånga från havsområdena är $2\,500\text{ km}^3$. Nederbörden uppgår till 325 km^3 och avdunstningen till 150 km^3 . Avrinningen (grund- och ytvatten) till haven blir då 175 km^3 och utflödet av vattenånga $2\,325\text{ km}^3$. I fig. B.2.2 visas medelavrinningen för perioden 1961 - 1990 i mm vattenpelare

Den vattenvolym som står till förfogande för Sveriges invånare är i princip lika med avrinningen. Räknat per person blir det nästan $22\,000\text{ m}^3$. Den regionala fördelningen inom landet framgår av fig. B.2.3

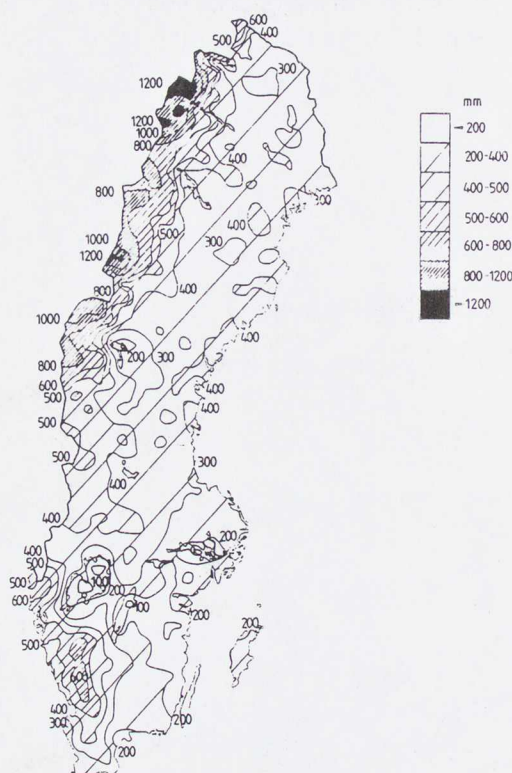


Fig. B.2.2 Medelavrinningen i Sverige 1961 - 90 (SMHI)

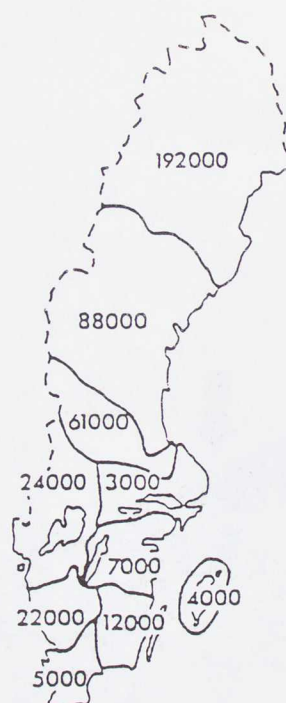


Fig. B.2.3. Den regionala vattentillgången i Sverige, $\text{m}^3/\text{person} \cdot \text{år}$, (Water in Sweden, 1977)

Medelavrinningens storlek kan sägas vara lika med den teoretiskt största grundvattenbildningen. Genom att en viss del av grundvattnet har mycket kort omloppstid kan det betraktas som en övergångsform mellan grund- och ytvatten, som är av underordnad betydelse för uthållig vattenförsörjning. En del av nederbörden som skulle kunna bilda grundvatten avleds snabbt genom olika anläggningar, t ex dikessystem och hårdgjorda ytor. Storleken av de grundvattenvolymer som är praktiskt utvinnbara påverkas dessutom av olika geologiska förutsättningar. Ett mera praktiskt uttryck för den för människan tillgängliga grundvattenbildningen bedöms kunna vara den genomsnittliga lågvattenavrinningen, vilken i sin tur motsvarar det grundvattenflöde som skapas av grundvatten med relativt lång omsättningstid. Se fig. B.2.4.

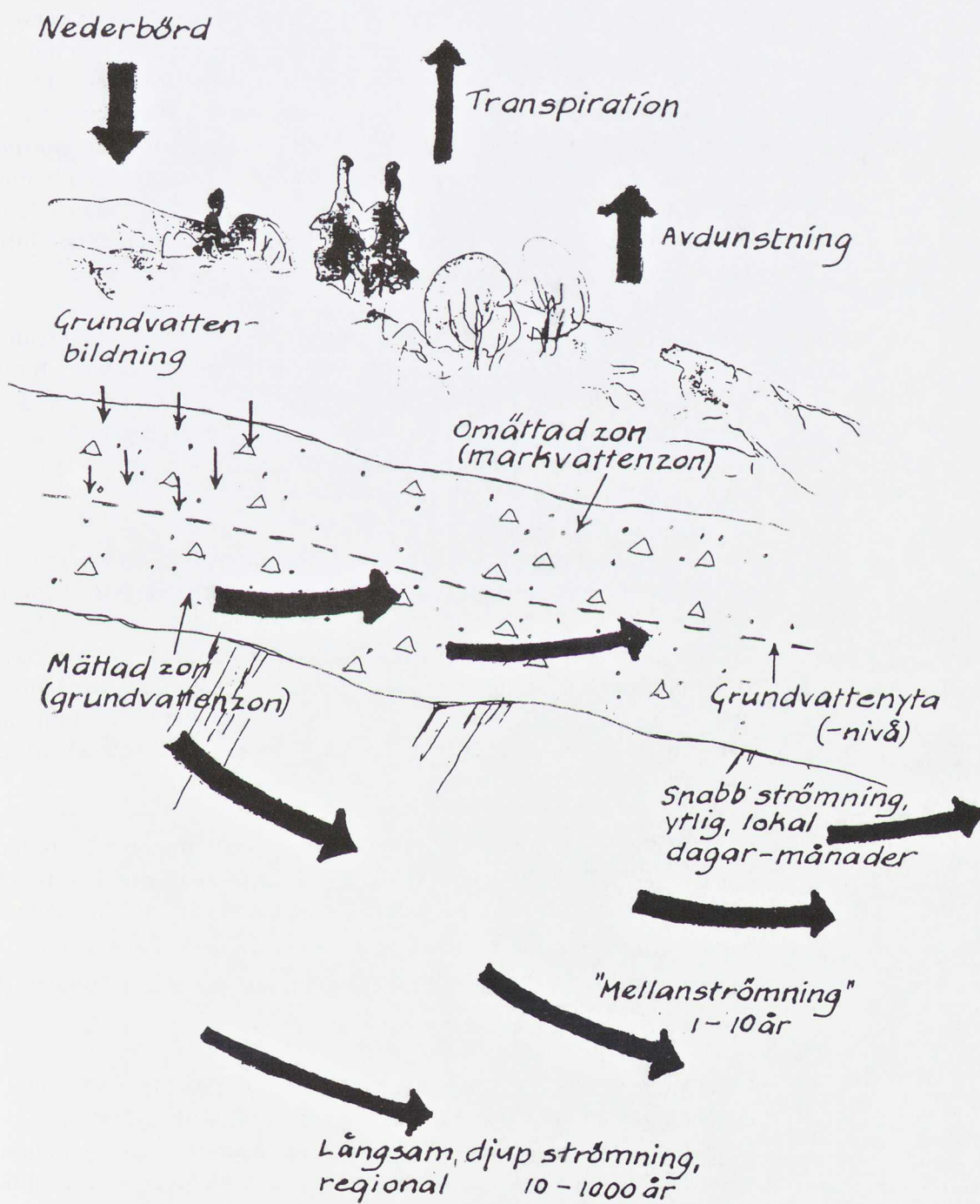


Fig. B.2.4. Grundvattenbildning och grundvattenströmning

C. GRUNDVATTNET I SVERIGE

C.1 Grundvattnets förekomst: definitioner, egenskaper och variationer.

I det föregående redogjordes översiktligt för vilka vattenförekomster som finns och dessas storlek ur såväl det globala som nationella perspektivet. För praktiska ändamål är det i allmänhet det lokala perspektivet som är av intresse för att bedöma vattenförekomster och hur dessa kan tas i anspråk för olika syften. Det vatten som avrinner via vattendragen har till övervägande del under kortare eller längre tid varit **grundvatten**. Grundvatten är det vatten som finns i den **mättade zonen** eller **grundvattenzonen**, d.v.s. den del av marken där alla por- och sprickutrymmen är fyllda med vatten. Mellan markytan och den mättade zonen är porer och sprickor fyllda med både vatten och luft. Denna del kallas den **omättade zonen** eller **markvattenzonen**.

För att beskriva och kvantifiera en **grundvattenförekomst** kan man för svenska förhållanden utgå från begreppet **avrinningsområde**. Ett avrinningsområde begränsas av **vattendelare**. Inom avrinningsområdet finns **inströmningsområden**, där grundvattnet har en nedåtriktad rörelse, och **utströmningsområden**, där vattnet rör sig uppåt, mot markytan. Se fig. B.2.3 och B.2.4.

Ett avrinningsområde innehåller minst en men vanligtvis flera grundvattenförekomster, även de avgränsade av vattendelare. Med begreppet vattendelare avses sammanbindningslinjen för punkter utifrån vilka grundvattnet strömmar i diametralt motsatta riktningar. För svenska förhållanden kan vattendelarnas lägen normalt bestämmas med topografiska förhållanden som utgångspunkt. Under vissa förutsättningar kan vattendelaren vara rörlig dvs den kan ändra läge då grundvattnets trycknivå ändras.

Grundvattenförekomst är det grundläggande och allmänna begreppet för att beskriva grundvattenförhållandena. Genom att man har avgränsat en grundvattenförekomst kan det vatten som avrinner från den, **grundvattenavrinningen** (G_A), bestämmas om man känner till hur mycket nederbörd (P) som tillförs den och hur stor avdunstningen (E) är ($G_A = P - E$).

Om man betraktar en grundvattenförekomst utifrån någon särskild aspekt kan man istället tala om att den är en **tillgång** utifrån den aspekten. Vanliga aspekter på grundvattenförekomster är kommunal och enskild vattenförsörjning, bevattning, lakvattenrecipient, geoteknik (sättningar, bärighet, skred m.m.), energilagring, energiutvinning, grundvattenskydd och ekologi. Med termen **grundvattentillgång** avses således en grundvattenförekomst som betraktas med avseende på något speciellt syfte. (Här kan en analogi göras med begreppen mineralföre-

komst, som är det allmänna begreppet, och malm, som är det ekonomiska, baserat på ett antal restriktioner som kan växla från tid till annan).

Av definitionen följer att en grundvattenförekomst inte alltid är en grundvattentillgång, och begreppen är således inte synonyma.

I grundvattensammanhang används ofta termerna **akvifer** och **grundvattenmagasin**. Därmed avses vanligen en grundvattenförekomst som kan utvinnas via en eller flera brunnar och som är så stor att den har betydelse för vattenförsörjning. Definitionsmässigt syftar de båda termerna på det medium som grundvattnet förekommer i snarare än på grundvattnet självt.

I den förestående beskrivningen om grundvattenutvinning i jord och berg (kap. C 2 och C3) relateras vanligen till grundvattenutvinning i enstaka brunnar. Om emellertid flera brunnar tar sitt vatten från en och samma grundvattenförekomst reduceras den möjliga utvinningen för den enstaka brunnen, eftersom det totala uttaget inte får överskrida det totala flödet genom grundvattenförekomsten.

Ett fundamentalt begrepp i sammanhanget är **grundvattennivå**. Därmed avses den nivå i grundvattenzonen där det hydrostatiska trycket är lika stort som atmosfärstrycket. I praktiska sammanhang är denna nivå lika med nivån för vattenytan i en brunn.

I figurerna C.1.1-3 illustreras flertalet av ovanstående begrepp.

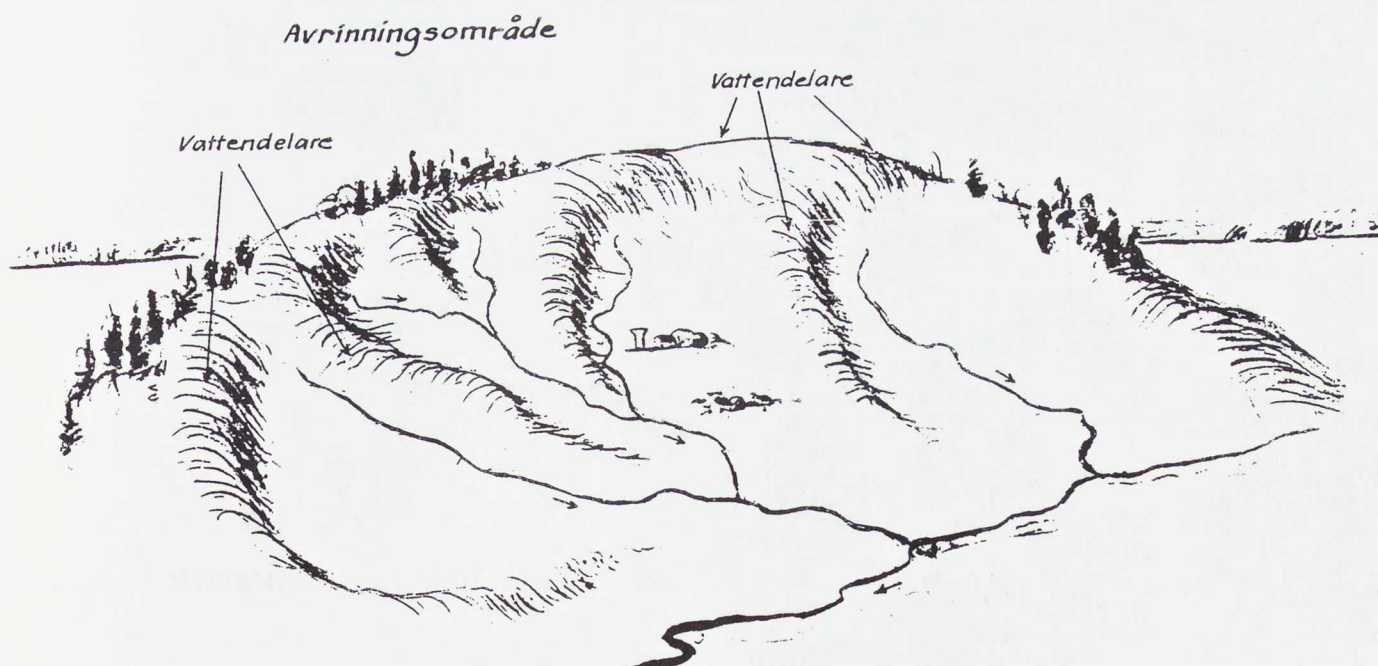


Fig C.1.1. Avrinningsområde

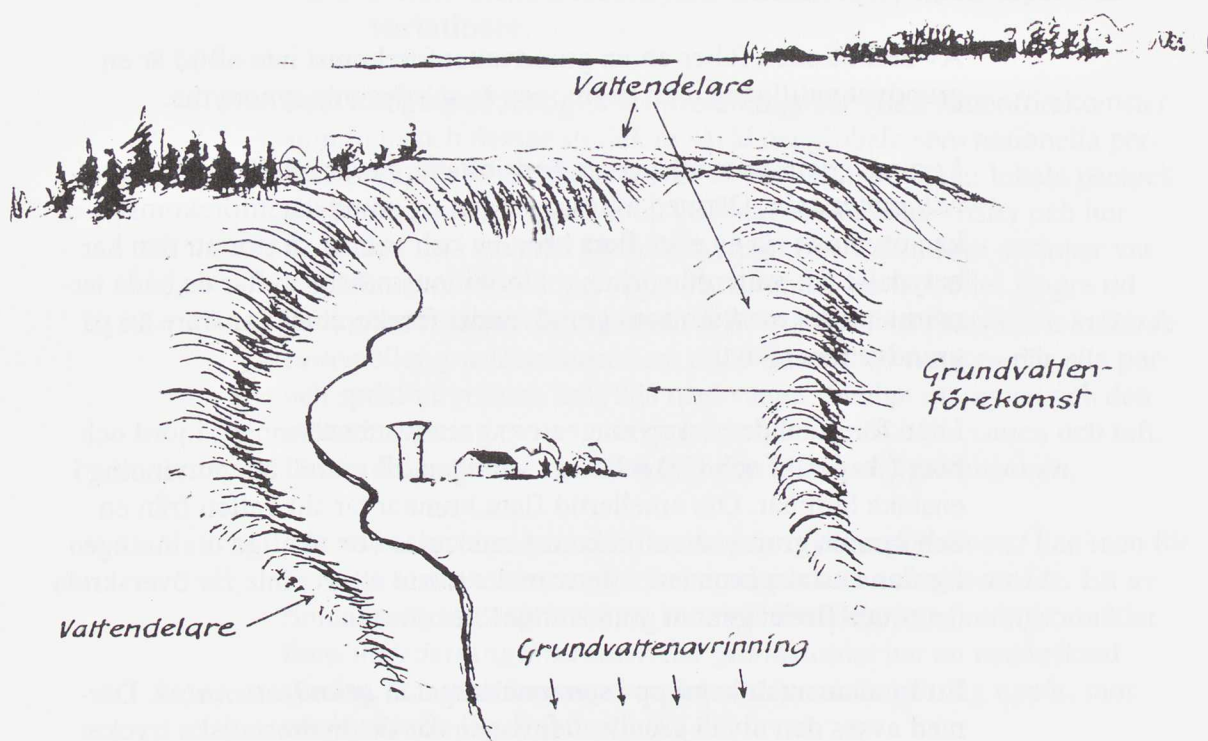


Fig. C.1.2. Grundvattenförekost, grundvattenavrinning

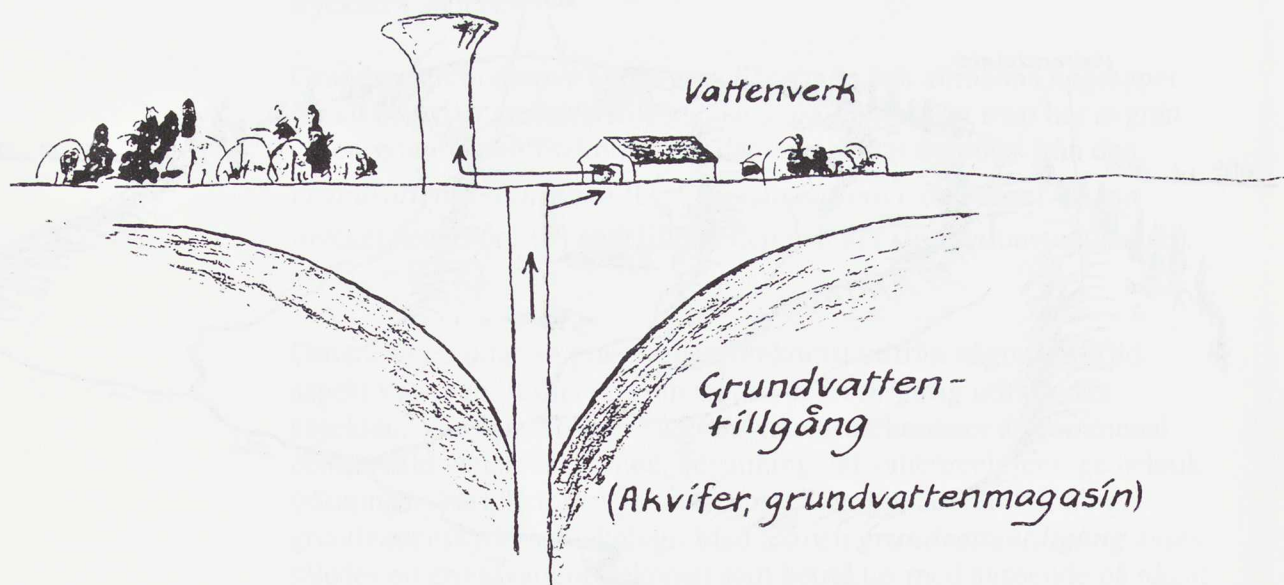


Fig. C.1.3. Grundvattentillgång

Genom tyngdkraftens inverkan är grundvattnet alltid i rörelse från områden med höga grundvattennivåer (høgt grundvattentryck) mot sådana med lägre. Flödes hastigheten beror på lutningen hos grundvattnets tryckyta och jord-berglagens genomsläpplighet för vatten.

Där grundvattennivån når upp till markytan och om denna är genomsläpplig för vatten bildas källor eller våtmarker. I t ex lertäckta dalgångar kan tryckytan ligga högre än markytan. Om det tätande lerlagret punkteras fås själv rinnande eller artesiskt vatten.

Genom att grundvattnet ingår i vattnets kretslopp är det en förnybar naturresurs. Nybildningen sker när nederbörden är större än avdunstningen och transpirationen från marken och växtligheten. Den omätade zonen måste dessutom ha ett visst vatteninnehåll. Påfyllningen av grundvattnet liksom tärandet på tillgångarna visar sig i variationerna i grundvattennivå. De är olika i olika delar av landet, vilket visas i figur C.1.4. (ur "Grundvattnet i Sverige", SGU Ser. Ah nr 17)

Tillgången på grundvatten i ett område varierar också mellan olika år och beror dessutom på magasinets por- eller sprickvolym, dvs förmågan att lagra vatten. Ett stort magasin i t ex en isälvsavlagring med sand och grus rymmer mycket vatten, och förändringarna i grundvattennivån och därmed tillgången vid tillskott eller bortförande av vatten är långsamma och små. I ett litet magasin i morän eller urberg kan variationerna vara stora och snabba, eftersom por- eller sprickvolymen är liten. De flesta av de enskilda vattentäkterna i Sverige är anlagda i sådana magasin. Figur C.1.5 visar dels de allmänna principerna för grundvattenbildning, dels förhållandena i båda typerna av magasin i ett område vid Motala. (ur "Grundvattnet i Sverige", SGU Ser Ah nr 17.)

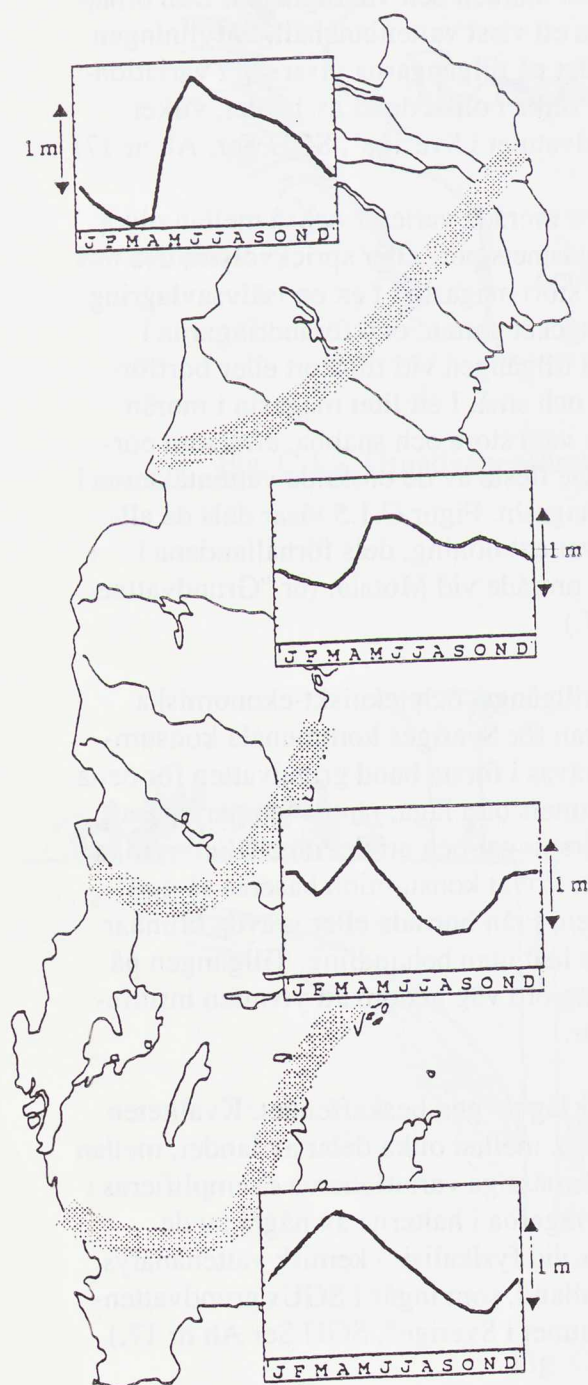
Även om ytvatten, av främst tillgångs- och tekniskt-ekonomiska skäl, utgör ca hälften av råvaran för Sveriges kommunala konsumtionsvattenförsörjning eftersträvas i första hand grundvatten för detta ändamål. Orsaken är grundvattnets ofta låga, jämna temperatur, att det är fritt från organiska föroreningar och att det innehåller nyttiga ämnen som lösts ut ur marken. Privat konsumtion baseras så gott som uteslutande på grundvatten. Från borrade eller grävda brunnar kan vattnet vanligen användas helt utan behandling. Tillgången på grundvatten kan ökas på konstgjord väg genom att ytvatten infiltreras i sand- och grusavlagringar.

Grundvattnet i Sverige är över lag av god beskaffenhet. Kvaliteten varierar dock, liksom tillgången, mellan olika delar av landet, mellan olika år och under året. De tidsmässiga variationerna exemplifieras i figur C.1.6, som visar förändringarna i halterna av några av de ämnen som brukar undersökas vid fysikalisk - kemisk vattenanalys. Exemplet är från en källa i Halland, som ingår i SGUs grundvattenobservationsnät. (ur "Grundvattnet i Sverige", SGU Ser Ah nr 17.)

GRUNDVATTNETS TIDSMÖNSTER

Akviferer som reagerar med liten tidsförskjutning på förändringar i vattentillskott är den till antalet vanligaste typen i vårt land. I sådana följer nybildningen av grundvatten mönster eller regimer som är olika i olika delar av Sverige. Det beror på skillnader i nederbörd och avdunstning. I stora akviferer är årstidsvariationerna utjämnade och något mönster syns vanligen inte.

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



Arjeplog

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

Sveg

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

Sigtuna

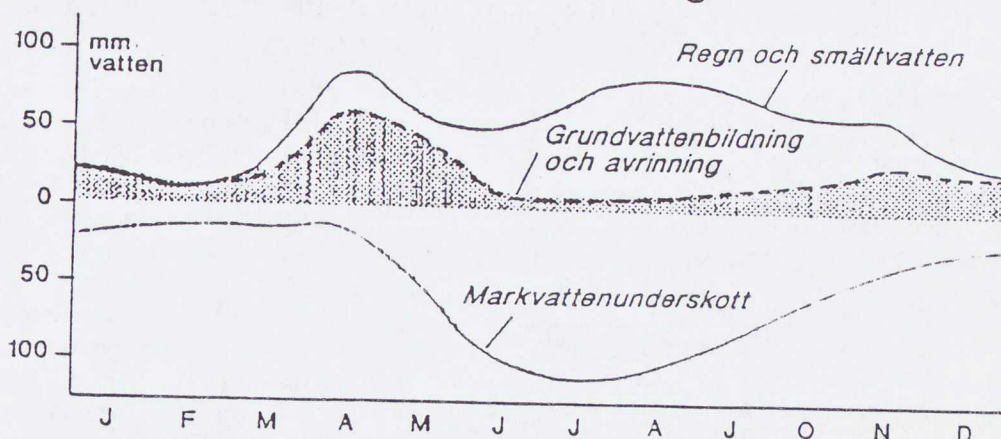
I södra Sveriges inland och upp mot Gävlebukten förekommer de lägsta grundvattennivåerna på sensommaren. Under hösten börjar nybildningen av grundvatten, och efter ett kort uppehåll med sjunkande nivåer när nederbörden mest faller som snö fortsätter stigningen vid snösmältningen. När den är avslutad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

Vellinge

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

Fig. C.1.4

Grundvattenbildning



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

Hög markfuktighet råder under den kyliga delen av året, då avdunstningen är liten och växterna vilar. I samband med regn och snösmältning under denna period sker också den mesta grundvattenbildningen. Omvänt är markfuktigheten ofta låg på sommaren, och därför bildas det inget eller bara litet grund-

vatten, trots tämligen riklig nederbörd. Juli och augusti är vanligen de regnrikaste månaderna på året. Grundvattennivåerna sjunker och ytavrinning i vattendragen av utläckande grundvatten minskar, men upphör vanligen inte helt.

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

Bilden visar förhållandena i Gävletrakten under perioden 1961–1990 och bygger på modellberäkning som gjorts vid SMHI.

Grundvattennivåer



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

Hur stora skillnaderna är mellan högsta och lägsta grundvattennivå under ett år beror förutom på tillförda vattenmängder på jordlagrens och berggrundens porositet och sprickvolym. I ett litet grundvattenmagasin i morän eller urberg kan variationerna vara stora och snabba, eftersom por- eller sprickvolymen är liten. De flesta av de privata brunnarna i Sverige är nedförda i sådana magasin. Ett stort magasin i

tex en isälvsavlagring med sand och grus och med stor porvolym reagerar långsamt och med små nivåförändringar, även om förhållandevis stora vattenolymer tillförs eller avlägsnas.

Figuren ovan bygger på många års observationer i ett område vid Motala. Den visar förhållandena i både ett litet, snabbreagerande magasin med ganska stora nivåskillnader under året och i ett stort magasin som reagerar långsamt och med små variationer. De heldragna kurvorna avser månadsmedelvärden för perioden 1977–1992, och de streckade visar de högsta och de lägsta uppmätta månadsvärdena under perioden.

Fig. C.1.5

Långtidsvariationer

Grundvattnets kemiska sammansättning varierar alltid med tiden. Ungt ytligt grundvatten varierar mera än äldre och djupare beläget. Djupt grundvatten rör sig i allmänhet mycket långsamt, och förändringarna är mycket små i detta tröga system.

Variationer i grundvattnets kemi är antingen be-
tingade av klimatförändringar, förändringar i mark-
användning eller förändringar i den kemiska sam-
mansättningen hos det nedfall som kommer från luf-
ten.

I Sverige har grundvattnets kemiska sammansätt-
ning förändrats framför allt på grund av det sura ned-
fallet. Det medför ett tillskott av vätejoner och sulfat-
joner till marksystemet. Sulfatjoner förs, med en viss
fördröjning, med markvattnet ned till grundvattnet,
som får en högre sulfathalt. Vätejonerna å andra
sidan byts ut mot så kallade utbytbara joner, som är
bundna till markpartiklar i den övre delen av mark-
profilen. Dessa joner är till övervägande del kalcium
och magnesium. Längre ner i markprofilen sker ke-

misk vittring (sönderdelning) av mineral, som med-
för att vätejoner konsumeras och att bl a kalcium,
magnesium, natrium och kalium frigörs och tillförs
det nedsippande markvattnet. Så länge jonbytes- och
vittringsprocesserna håller jämna steg med tillförseln
av vätejoner från det sura nedfallet får inte grundvatt-
net större vätejonkoncentration (lägre pH). Däremot
ökar kalcium- och magnesiumkoncentrationerna.

Om ytterligare vätejoner tillförs grundvattnet, så
bildar dessa tillsammans med vätekarbonat (HCO_3)
vatten och koldioxid, varvid vätekarbonathalten (al-
kaliniteten) minskar.

Svavelutsläppen ökade mycket kraftigt under
1950- och 60-talen, vilket återspeglas i nederbördens
sulfathalt, som i Mellansverige nådde sin kulmen
under 1970-talet. Samma utveckling av sulfathalterna
kan skönjas i grundvattnet, med större eller mindre
tidsförskjutning. Diagrammen nedan visar långtids-
variationerna i en källa, som flödar ut från en isälvs-
avlagring i Halland.

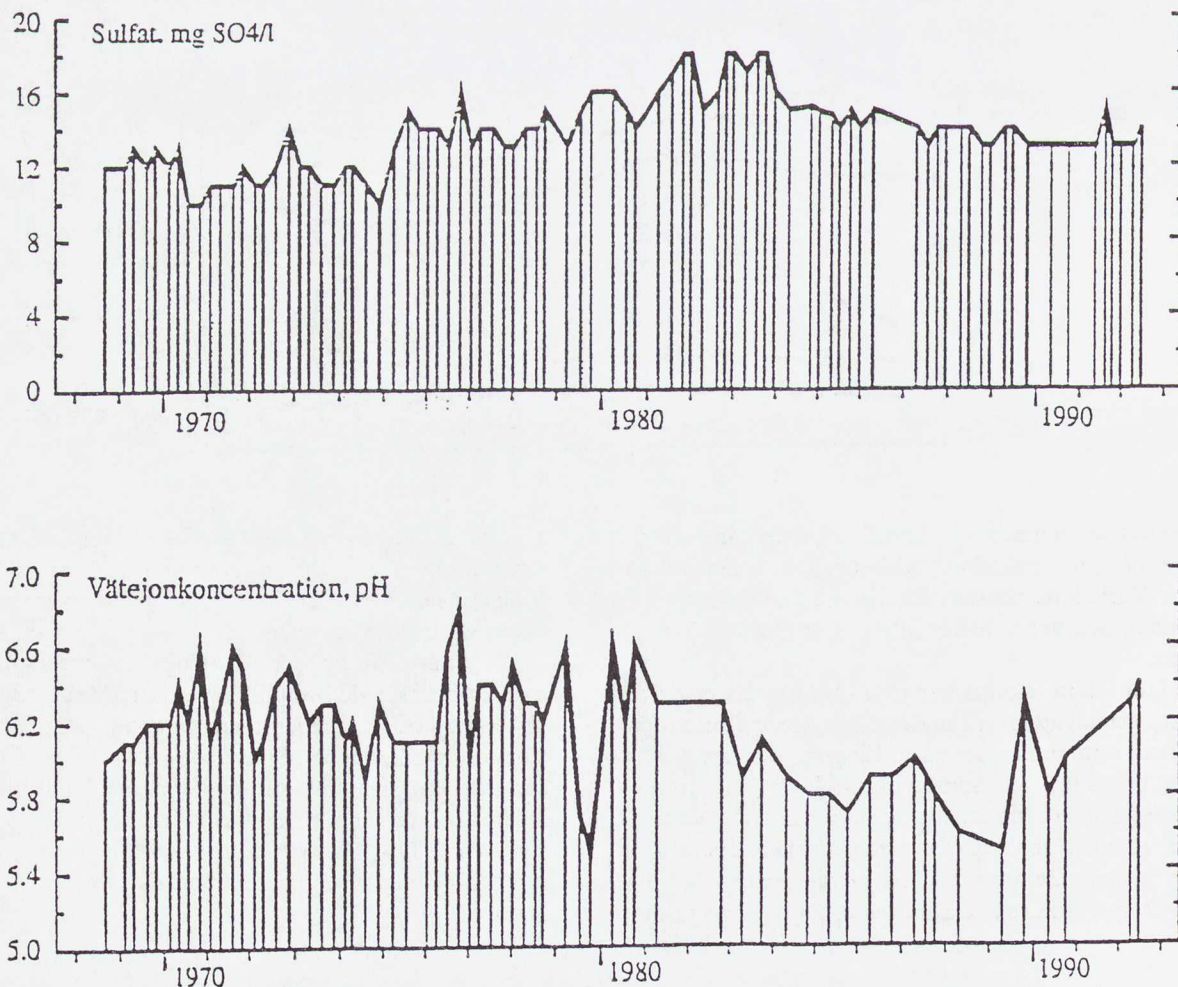


Fig. C.1.6a

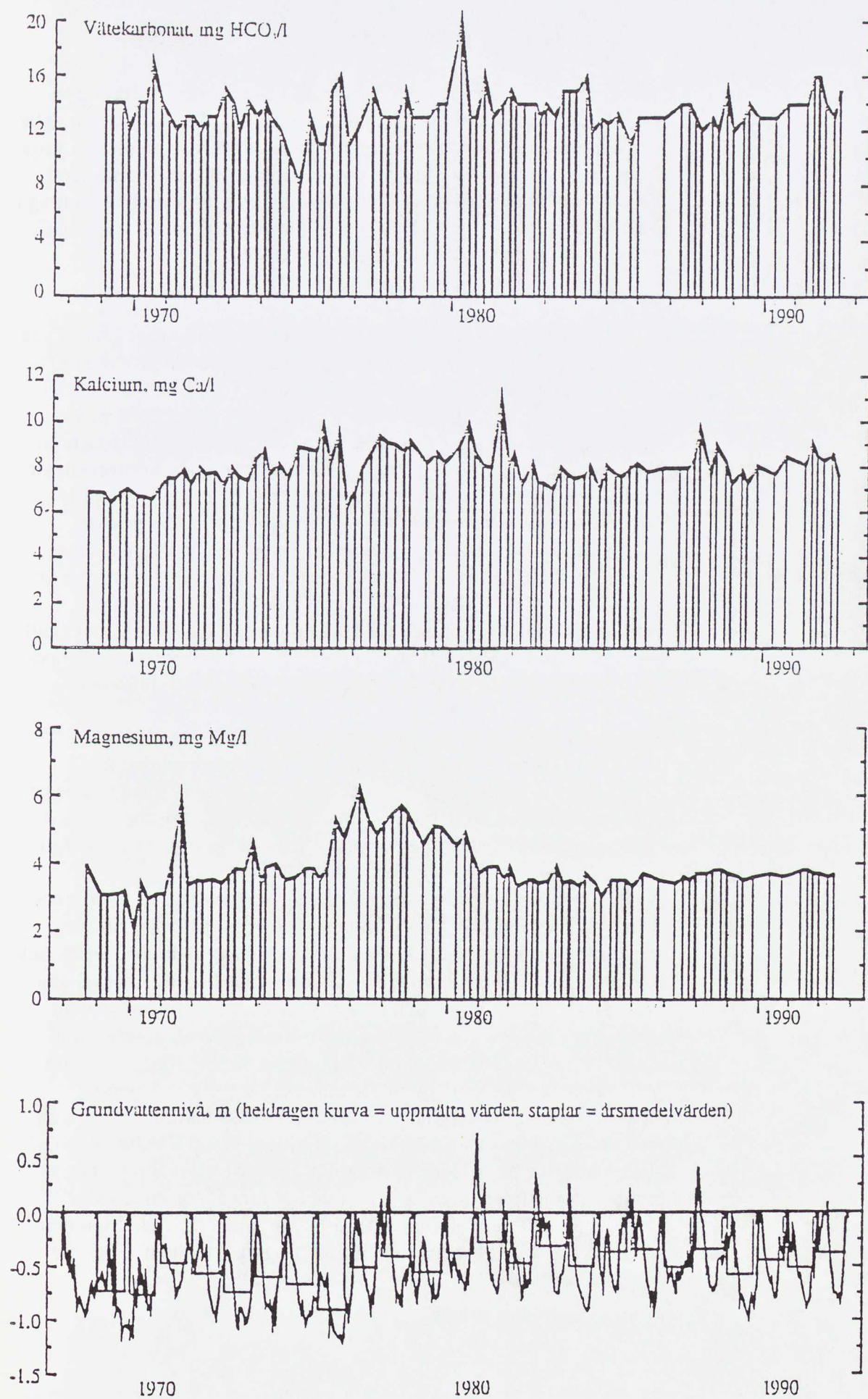


Fig. C.1.6b

C.2 Grundvatten i jordlager

Akvifererna och grundvattenmagasinen i Sverige är jämförelsevis små. De största vattentillgångarna förekommer, förutom i vissa delar av södra Sveriges sandstens- och kalkberggrund, i de sand- och grusavlagringar som bildades under och efter den senaste nedisningen. En översikt av de geologiska förutsättningarna för grundvattenuttag i jordlagren visas i figur C.2 (från "Grundvattentillgångar i Sverige", SGU Rapp. & Medd. nr 9, reviderad av SNV).

I jordlagren förekommer grundvattnet i porer, dvs i utrymmet mellan jordpartiklarna. Allt vatten är dock inte åtkomligt genom t ex pumpning. Trots att porositeten i både grus, sand och grovmo är ca 30-40% är det betydligt lättare att få ut stora vattenmängder ur det grövre materialet än ur det finare. Det har att göra med att de vidhäftande och kvarhållande krafter som påverkar vattnet är större ju finkornigare jordarten är. Lera och vissa moräntyper har porositeter runt 50%, men brunnar i sådant material har mycket blygsamma kapaciteter. Trots detta är ett stort antal av de enskilda, grävda brunnarna i landet anlagda i morän, eftersom det är Sveriges vanligaste jordart. Ur grävda brunnar tas ett ytligt grundvatten som är utsatt för föroreningsrisker. Stora krav måste därför ställas på brunnsutförande och grundvattenskydd när sådana vattentäkter skall anläggas och användas. Främst på grund av nederbörds- och temperaturförhållanden kan grunda grävda brunnar också tidvis sina.

Ur vattentäkter i de stora isälvsavlagringarna kan ofta stora vattenmängder utvinnas. Det finns exempel på brunnar som provpumpats under lång tid med kapaciteter på flera hundra liter per sekund. Eftersom jordlagren är genomsläppliga också för föroreningar är skyddsaspekterna mycket viktiga också i dessa fall.

Med avseende på grundvatten i jordlager kan Sverige ur hydrogeologisk synvinkel delas in i ett antal regioner. En sådan är **Skåne, med undantag för de centrala och nordligaste delarna**. Sand- och grusavlagringar intar förhållandevis stora ytor. Framför allt sådana som överlagras av morän har visat sig ha goda förutsättningar för stora grundvattenuttag. Det bäst kända området är den jordfyllda förkastningsdal som fått namnet Alnarpsdalen. Ett annat är Vombsänkan där de tämligen goda tillgångarna har förstärkts genom konstgjord grundvattenbildning. Andra intressanta områden är t ex Fyledalen, Sjöbodeltat och isälvsavlagringarna vid Kvidinge och på Kristianstadsslätten. Även andra sand- och grusområden är intressanta genom att de erbjuder goda förutsättningar för konstgjord grundvattenbildning på liknande sätt som vid Vombsjön. Metoden används för övrigt i varierande omfattning i hela landet.

Områden med olika geologiska
förutsättningar för grundvatten-
utvinning i jordlager

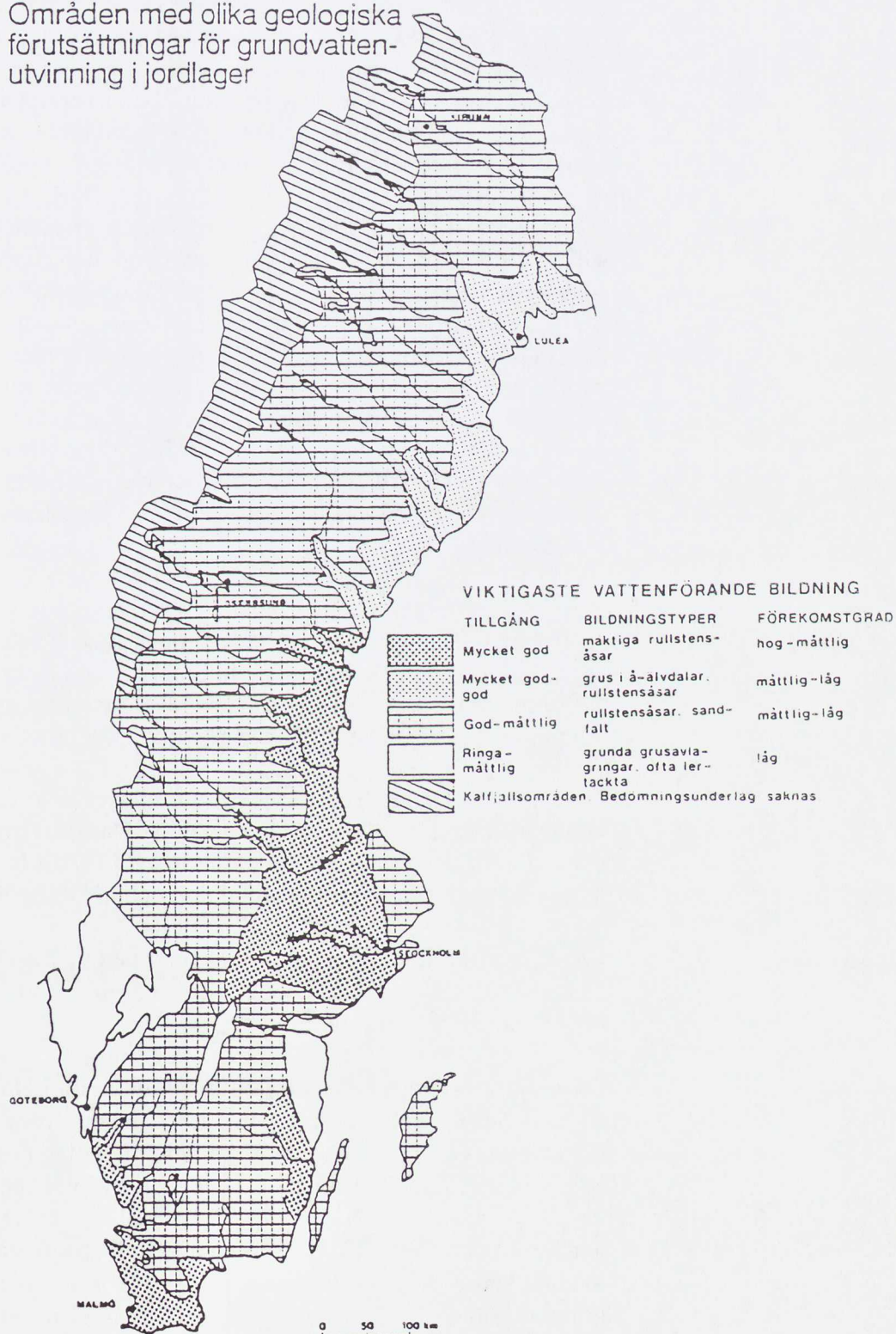


Fig. C.2

Resten av Sydsverige kan beträffande grundvatten i jordlager delas upp i fyra delområden. Det största omfattar **sydsvenska höglandet med omgivningar**. Stora delar ligger ovanför högsta kustlinjen, HK, vilket har betydelse för grundvattensituationen. Som benämningen antyder har områden under HK någon gång efter den senaste nedisningen varit täckta av hav eller stora issjöar, vilket har medfört att jordlagrens uppbyggnad och deras egenskaper som akviferer och grundvattenmagasin är delvis annorlunda än över denna gräns. Att landet legat under havsytan innebär också en ökad risk för att salt grundvatten skall påträffas vid brunnborrning.

I delområdet dominerar olika moränjordarter, ur vilka vanligen bara små grundvattenmängder kan utvinnas. Stora och rikt vattengivande isälvsavlagringar förekommer dock, t ex i Lagans och Nissans dalgångar. Vid Apladalen i Värnamo är avlagringarna ca 90 meter mäktiga, och ur en enda brunn har vid provpumpning mer än 200 l/s kunnat tas ut. Vattnet ur de stora avlagringarna har vanligen hygglig kvalitet. Utbredda torvområden i väster orsakar kvalitetsproblem hos grundvattnet där i form av låga pH-värden, aggressiv kolsyra, dålig smak, hög vattenfärg och höga järn- och manganhalter. Inom lerslätterna i Västergötland finns problem med höga kloridhalter i grundvattnet.

Ovanför HK har isälvsavlagringarna ofta markerade ytformer, och de grundvattenmagasin som finns i dem är grunda och har därmed begränsat vatteninnehåll. I sydöstra Småland och östra Blekinge förekommer de dessutom bara sparsamt. Konstgjord grundvattenbildning är tämligen vanlig för kommunal vattenförsörjning.

I den norra delen av delområdet finns jordlager av mycket växlande karaktär, främst morän och isälvsmaterial. Där isälvsmaterial dominerar finns stora grundvattentillgångar, t ex i Fjärås bräcka vid Kungsbacka, i Rådaåsen vid Linköping och i Mjölbyfältet.

I framför allt centrala Småland finns områden med isälvsavlagringar täckta av morän, som i vissa fall ger vatten för kommunal försörjning i måttlig omfattning.

Ett andra delområde är **kustlandet och ådalarna i Halland**, där isälvsavlagringar har stor utbredning och nederbörden är riklig. Det gör att förutsättningarna för stora grundvattenuttag är goda. Kvalitetsproblem finns, främst i form av förhöjda klorid- och nitrathalter.

Mellersta och södra Kalmar län har skiljts ut som ett särskilt delområde beroende på att isälvsavlagringarna i form av rullstensåsar är flera och större än i Smålands inland. I och med att området ligger i regnskugga av höglandet är dock nederbörden knapp och soltimarna många, vilket innebär att grundvattenbildningen är liten. De naturliga grundvattentillgångarna är därför förhållandevis små, men

goda möjligheter till förstärkning genom konstgjord grundvattenbildning finns.

Den begränsade nybildningen av grundvatten gör att särskilt de små magasinerna, varur många enskilda, grävda brunnar får sitt vatten, är känsliga beträffande vattentillgången. Periodvis vattenbrist i sådana brunnar är inte ovanlig, liksom för övrigt i kustområdena vid Östersjön.

I delområdet mellan Oskarshamn och Norrköping, slutligen, saknas i princip större isälvsavlagringar. Små s k läsidesbildningar är dock vanliga men räcker inte till för några större grundvattenuttag. Jordtäcket är över lag tunt, och grävda brunnar är därför, liksom i nyssnämnda delområde, känsliga för torka. Kommunal vattenförsörjning baseras till större delen på ytvatten. Ett undantag är Åtvidaberg, där grundvattenuttag ur jordlager på ca 40 l/s har kunnat göras.

I regionen Öland - Gotland förekommer jordlager av betydelse för grundvattenutvinning sparsamt, men där de finns spelar de en betydelsefull roll för den lokala, kommunala vattenförsörjningen. Sand- och grusfält är visserligen vanliga, men de är tunna och ger inga större vattenmängder. För enskilda, grävda brunnar är de dock viktiga, liksom de moränområden som förekommer. Temperatur- och nederbördsförhållandena gör att brunnarna är känsliga för utdragna torrperioder. Att grävda brunnar sinar på sommaren är inte ovanligt. Till detta bidrar också den omfattande utdikning som skett på båda öarna.

En annan region omfattar **norra Halland, västra Västergötland, Bohuslän, Dalsland och sydvästra Värmland**. Även här är större sand- och grusavlagringar sparsamt förekommande. Ett fåtal används för kommunal vattenförsörjning, men de flesta ligger för långt från tätorterna för att kunna utnyttjas rationellt. Sänkorna i terrängen är ofta fyllda med lera och kan inte heller användas för vattenförsörjning utom i de fall det finns sand- eller gruslager under leran. Ställvis används sådana förekomster för att förse mindre samhällen eller enskilda förbrukare med vatten. Tillsammans med området mellan Oskarshamn och Norrköping utgör denna region totalt sett den som från geologisk synpunkt har de sämsta förutsättningarna i Sverige för grundvattenuttag ur jordlager.

Den östra delen av Svealand, med undantag av östra Uppland, samt södra Norrlands kustland utgör ännu en region. Den karaktäriseras av tämligen rikligt förekommande, stora rullstensåsar, som vanligen ger goda möjligheter till stora vattenuttag. Exempel på detta är Uppsalaåsen, Badelundaåsen och Ljunganåsen. Mellan de stora åsarna finns mindre, som också kan utnyttjas för vattenförsörjning. Även jordtäckta berggrundsåsar kan innehålla vattentillgångar av intresse, särskilt om jordlagren på djupet består av grovkornigt

material. För enskilda förbrukare som hämtar sitt vatten ur de ovan nämnda avlagringarna är vattenförsörjningssituationen alltså oftast mycket gynnsam. I övrigt domineras regionen dock av leror och moräner, som endast ger små grundvattenmängder i enskilda uttagspunkter. Måttlig nederbörd och tämligen hög avdunstning under sommarhalvåret gör att grunda grävda brunnar även i denna region tidvis kan drabbas av vattenbrist.

Östra Uppland skiljer sig från områdena västerut på så sätt att rullstensåsarna är mindre och färre. Utsikterna till stora grundvattenuttag är därför måttliga, utom lokalt i den nordligaste delen. Förutsättningarna för enskild vattenförsörjning är i stort sett de samma som i den nyssnämnda regionen. Roslagens attraktionskraft på fritidsboendet i kombination med de begränsade möjligheterna till vattenuttag har skapat problem med vattenförsörjningen. Främst gäller det inträngning av saltvatten i vissa brunnar.

Mellersta och norra Norrlands kustland kan sammanföras till ytterligare en region, där gynnsamma förutsättningar för stora grundvattenuttag främst finns i sand- och grusavlagringar i älvdalarna. I åsar mellan älvarna är grundvattentillgången betydligt sämre. Att ytvatten trots allt används i så stor utsträckning som sker beror främst på tillgången på ytvatten av god beskaffenhet och inte på brist på grundvatten. Regionen karakteriseras för övrigt av stora arealer av morän och närmast kusten blottat berg. Grundvattentillgångarna i moränen är små, vilket kan ställa till problem för förbrukare som är hänvisade till grävda brunnar.

Svealands och Norrlands inland utom fjällområdena kan betraktas som ännu en region, med vissa likheter med inre Götaland. De dominerande jordarterna är morän och torv. Sand- och grusavlagringar förekommer vanligen glest, och rullstensåsarna har ofta terränglägen och kornstorlekssammansättningar som gör att de inte innehåller större grundvattenvolymer. I dalgångar kan dock förhållandena vara bättre, liksom i de deltabildningar som uppträder vid högsta kustlinjen. Exempel på sådana är Brattforsheden i Värmland och avlagringarna vid Mora. Enskilda vattenförbrukare som tar sitt vatten ur jordlager är oftast hänvisade till moränavlagringarna, som i detta avseende är gynnsammare i denna region än längre söderut.

Sveriges kalfjällsområden utgör den sista av de regioner som utskiljts beträffande grundvattentillgångarna i jordlager i landet. De hydrogeologiska förhållandena är fortfarande så gott som okända, och det synes inte heller finnas något större behov eller intresse av att undersöka dem närmare för närvarande, annat än för vattenförsörjningen för enstaka större fritidsanläggningar.

C.3 Grundvatten i berggrund

Jämfört med t ex kontinentala Europa är grundvattentillgångarna i Sveriges berggrund liten. Bara i Skåne och sporadiskt i övriga delar av landet finns förutsättningar för stora grundvattenuttag. De geologiska förutsättningarna för grundvattenutvinning ur berggrunden visas översiktligt i figur C.3.1 (ur "Grundvattentillgångar i Sverige", SGU Rapp. & Medd. nr 9, reviderad av SNV).

Ytmässigt förekommer det mesta grundvattnet i Sveriges berggrund i sprickor. I vissa yngre sedimentära lager, såsom i Skåne och på Listerlandet, finns dock mycket grundvatten i bergarternas porer eller i både porer och sprickor. I ren kalksten av högre ålder, som t ex på Öland och Gotland, liksom i urberget, är förekomsterna helt bundna till sprickor och krosszoner i berggrunden.

Med avseende på olika förutsättningar för grundvattenuttag i berg kan Sverige delas upp i fyra typområden. Det första är **sydvästra Skåne och Kristianstadsslätten**, som ligger i en randzon mellan det svenska urbergsområdet och mäktiga sedimentbergsområden på kontinenten. Även om mäktigheter hos berglagren på mer än 2 000 meter har konstaterats vid bl a Höllviken är det enbart de ytliga lagren, ned till ca 150 meter, som exploateras beträffande konsumtionsvatten. På Kristianstadsslätten är det främst sandstenen som är intressant, även om den överlagrande kalkstenen också innehåller betydande vattenmängder. Enstaka brunnar i sandstenen kan lämna upp emot 180 000 liter per timme (50 l/s). Normala uttagsmöjligheter ligger mellan 18 000 och 50 000 liter per timme (5 - ca 15 l/s).

I sydvästra Skåne är de ytliga, sprickrika och ställvis porösa kalkstenarna av störst betydelse för grundvattenutvinning ur berggrunden. De porösa sandstenarna i nordvästra Skåne är också gynnsamma i detta avseende. Uttagsmöjligheterna varierar mellan ca 18 000 och ca 72 000 liter per timme (5 - 20 l/s).

Där berggrunden är sprickig i ytan och överlagras av t ex sand och grus finns ofta förutsättningar för stora grundvattenuttag. Så är t ex fallet i sydvästra Skåne.

Områden med olika geologiska
förutsättningar för grundvatten-
utvinning i berg

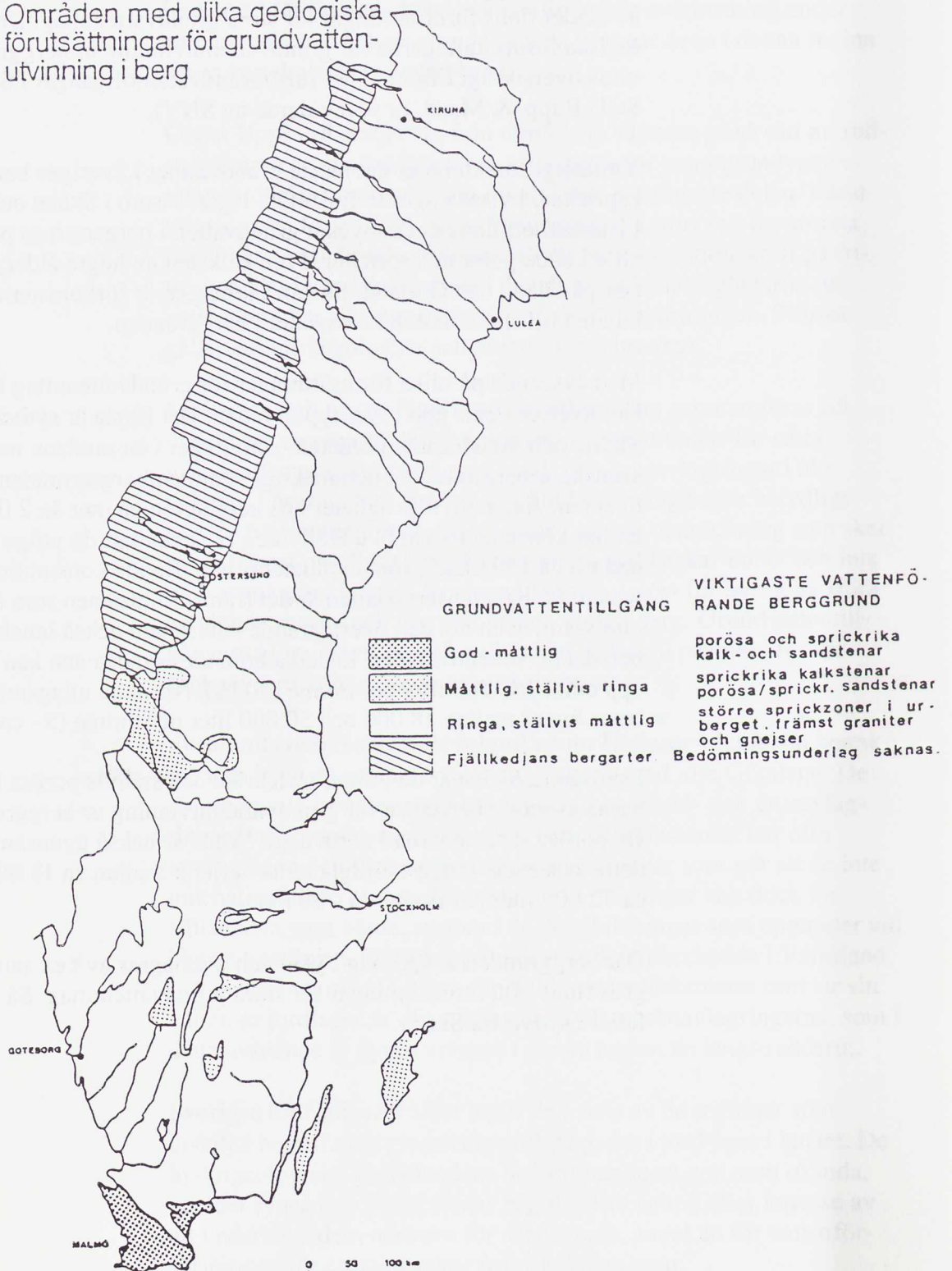


Fig. C.3.1

Genom att grundvattentillgången i berggrunden över lag är god i området används sådant vatten i stor utsträckning för både kommunal och enskild vattenförsörjning. Stora vattenmängder används också för konstbevattning i lantbruket. Eftersom tillgången på ytvatten för bevattning tidvis och ställvis är begränsad kan konkurrens om grundvattnet tänkas uppstå. Tillskott av grundvatten till ytvatten dragen vid extrem lågvattenföring har även diskuterats.

En annan typ av berggrundsområde utgör de **delområden med kambrosilurisk berggrund och prekambrisk sandstensberggrund** som finns spridda över landet. Fjällkedjans berggrund räknas dock inte in. Delområdena har i flera avseenden likartade hydrogeologiska förutsättningar. De kambrosiluriska bergarterna ligger vanligen i plana lager ovanpå varandra. Grovt schematiserad kan en genomsnittlig lagerserie underifrån sägas bestå av sandstenar, skifferar, kalkstenar, skifferar och kalkstenar. Lagerserierna är dock vanligen inte fullständiga i delområdena. De kan också vara störda av förkastningar och större sprickzoner.

De prekambrisk sandstenarna har omvandlats i högre grad och är mera kvartsitiska än de kambrosiluriska.

Från grundvattensynpunkt är de viktigaste bergarterna sandstenar med por-sprickakviferer och kalkstenar med sprick- och karst-sprickakviferer. Delområdena kan karakteriseras på följande sätt:

Delområde	Bergartsålder	Viktigaste kviferbergart
Gotland	Kambrosilur	Kalkstenar
Öland	"	"
Kalmarsund, fastlandet	"	Sandstenar
Östergötlands sedimentbergssområde	"	"
Billingen, Västergötland	"	"
Närkes sedimentbergssområde	"	"
Siljansområdets kambrosilurberggrund	"	"
Almesåkraformationen, Jönköpings län	Prekambrium	"
Visingsöformationen	"	"
Gävlesandstenen	"	"
Dalasandstenen	"	"

Medianvärdet på kapaciteter i kalkstensbrunnar, mestadels enskilda, varierar i olika områden mellan ca 600 och ca 3 600 liter per timme, vilket måste anses tämligen blygsamt. På delar av Gotland och ställvis på Öland kan dock mediankapaciteter på mer än 3 600 liter per

timme påräknas. Kalkstensberggrunden i Östergötland, Västergötland och Närke är med avseende på grundvattenutvinning mindre intressant än den mer givande, underliggande sandstenen. I Siljansområdet är kalkstensberggrunden starkt sönderbruten, vilket torde vara orsaken till de höga mediankapaciteter som där konstaterats, ca 6 000 liter per timme.

Brunnar nedförda i kambrosilurisk sandsten ger i allmänhet mera vatten än kalkstensbrunnarna. Medianvärdet ligger mellan ca 4 000 och 7 000 liter per timme. Kapaciteter på 50 000 liter per timme torde kunna förekomma i extremt gynnsamma lägen.

Den prekambrisk sandstenen ger inte fullt lika mycket, men bättre än kalkstenen. Medianvärdena ligger mellan ca 2 000 och 6 000 liter per timme. Särskilt gynnsamma förhållanden har konstaterats i den porösa och sprickrika Visingsösandstenen.

Urberget utgör en tredje områdestyp avseende grundvatten i Sveriges berggrund. Det svenska urberget med dess olika strukturer har formats genom en rad bergskedjeveckningar, vulkanisk aktivitet och andra rörelser i jordskorpan. Förutsättningarna för stora grundvattenuttag får i stort betraktas som dåliga.

Figur C.3.2 (från "Grundvattnet i Sverige", SGU Rapp. & Medd. nr 9) visar fördelningen av mediankapaciteter i Syd- och Mellansverige, beräknade efter uppgifter från brunnborrare och ordnade efter olika bergartsled. Den största delen av urberget hamnar inom intervallet 600 - 3 600 liter per timme. Det finns anledning att förmoda att en noggrannare indelning skulle ge ca 600 - ca 2 000 liter per timme. Tre områden har visat sig ha bättre förutsättningar än de övriga. Från trakten av Kristianstad upp mot centrala Småland är medianvärdet ca 6 000 liter per timme och i Hallandsåsens västligaste del ca 7 000 liter per timme. Ett mindre område vid Lindesberg har ett medianvärde på ca 3 600 liter per timme. Några områden med mycket blygsamma uttagsmöjligheter kan också urskiljas. Områden som har mediankapaciteter under 600 liter per timme finns i trakterna kring Mälardalen, delar av Östergötland, Blekinge, Bohuslän och Värmland. En modernare och något mera detaljerad bild av förhållandena framgår av SGUs länsvisa grundvattenkartor i den mån de är färdigställda samt av den hydrogeologiska Sverigekarta som är under framtagande.

Det är dock viktigt att framhålla att de angivna medianvärdena beskriver förutsättningar där oftast slumpen fått avgöra valet av borrhälsplats i stället för de hydrogeologiska förhållandena. Vid val av borrhälsplatser där hänsyn tas till hydrogeologiska förutsättningar kan uttag på mellan 10 000 och 20 000 liter per timme göras. Gynnsamma förutsättningar föreligger ofta i större sprickzoner och förkastningar.

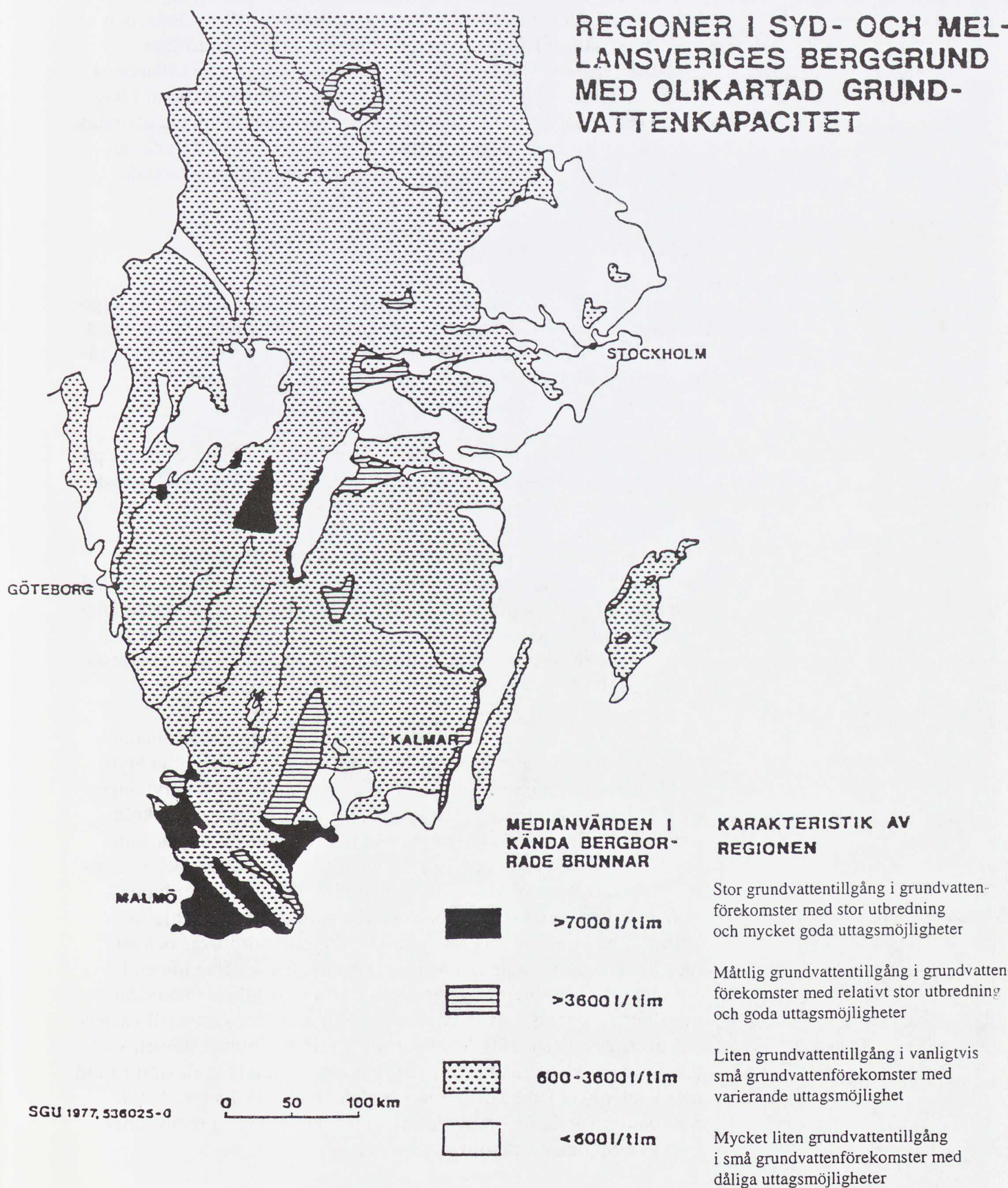


Fig. C.3.2

Fjällkedjans berggrund utgör den fjärde områdestypen. Den innefattar även stora partier öster om kalfjällsområdena, beroende på den enhet detta område utgör i förhållande till den övriga berggrunden i Sverige. Grundvattenförhållandena i området är dåligt kända, och det ringa antalet kända brunnar tillåter inte några tillförlitliga medianvärdesberäkningar. De berggrundsgeologiska förhållandena låter dock ana att möjligheterna till grundvattenuttag varierar i hög grad och att stora grundvattenmängder ställvis borde kunna utvinnas, t ex ur karstifierad kalkberggrund. Det kan likaledes förmodas att stora delar av området har en grundvattenpotential motsvarande urberget i övriga Sverige.

C.4 Grundvattenkvalitet

Grundvatten är vanligen klart, färglöst och utan lukt och med en angenäm frisk smak. Att det är så beror på att grundvattnet har genomgått en reningsprocess. Marken och den omättade zonen kan liknas vid såväl ett mekaniskt filter som en jonbytarmassa och en depå med kemiska substanser för tillsatser i det passerande vattnet.

Med detta är redan antytt att grundvattnets kemiska karaktär danas på dess väg ner genom marken och är därmed intimt förknippad med de markbiogeokemiska processerna.

Grundvatten bildas av nederbördsvatten. Nederbördsvattnet har ett lågt innehåll av kemiska ämnen i jonform främst natrium, kalium, kalcium, magnesium, ammonium, väte, sulfat, nitrat och klorid samt lösta gaser som kväve, syre och koldioxid. De kemiska substanser som tillförs marken med regn kallas **vått nedfall**. Men kemiska substanser tillförs även i form av partiklar och gaser, **torrt nedfall**.

När regnvattnet når marken kommer det först i kontakt med humusskiktet, som består av förmultnade växtdelar. När växtdelarna bryts ned frigörs humusämnen som är sura, sk humussyror. Nedbrytningen av växtdelar och humusämnen innebär att syre förbrukas och koldioxid bildas. Koldioxiden löser sig i vatten och bildar kolsyra, som sönderdelas i vätejoner och vätekarbonatjoner. Kolsyrans och humussyrornas vätejoner angriper mineralpartiklar i skiktet under humusskiktet, urlakningsskiktet, varvid mineralpartiklarna sönderdelas, **vittrar**. Vittringen innebär att syrornas vätejoner förbrukas och att metalljoner, främst kalcium och magnesium, frigörs från mineralpartiklarna. Genom vittringen frigörs de för växtligheten nödvändiga metallerna, som tas upp av växternas rötter och förs vidare till växternas övermarksdelar. När dessa dör tillförs de åter humusskiktet, som på så sätt vid sönderdelningen av organiskt material får ett stort förråd av sk utbytbara joner. Därför sker redan i humusskiktet **jonbytesreaktioner**, varvid en del av de vätejoner som är lösta i regnvattnet byts ut mot främst kalcium och magnesium.

Det vatten som har sipprat genom den översta delen av markprofilen har genom nedbrytningsprocessen, jonbyten och kemisk vittring minskat sitt syre- och vätejoninnehåll (ökat pH), men berikats med koldioxid, humusämnen, vätekarbonat, kalcium, magnesium, järn och aluminium. Genom att pH ökar fastläggs järn, aluminium och humusämnena i markskiktet under urlakningsskiktet. Detta skikt färgas av järnhydroxid och det organiska materialet och kallas därför för rostjorden. Små mängder järn och aluminium lämnar alltid rostjorden, men de "stora" kemiska konstituenterna som är lösta i det vatten som sjunker vidare ned mot grundvattnet är kalcium, magnesium, vätekarbonat och de joner som tillförts genom nederbörden såsom sulfat och klorid. Natrium tillförs både genom mineralvittring och från nederbörden, vilket även kan vara fallet med sulfat. Mängden natrium och klorid i nederbörden är beroende av närheten till havet. Nu har vattnet i stort sett fått den sammansättning som det kommer att ha som grundvatten, även om en viss vittring sker såväl i den omättade zonen som nere i grundvattenzonen, som långsamt förändrar den kemiska sammansättningen.

Vilka kemiska substanser och mängden av kemiska substanser som tillförs vattnet på sin väg genom marken beror på vilka mineral som ingår i jordmaterialet, hur stor kontaktytan är och hur lång kontakttiden är mellan mineral och vatten. Lättvittrade mineral och finkorniga jordarter, som innebär både stor kontaktyta och lång kontakttid, befrämjar jonbytesprocesser och vittringsintensiteten, vilket generellt ger vattnet en stor mängd kemiska substanser.

De mineral som ingår i jordpartiklarna kommer primärt från berggrunden. I Sverige utgörs den till helt övervägande del av graniter och gnejser som innehåller relativt svårvittrade mineral. Mest svårvittrade är bergarter som i stort sett bara innehåller kvarts, såsom kvartsit och kvartssandsten. Lättvittrade är bergarter som innehåller mörka mineral, silikater som i allmänhet innehåller olika proportioner kalcium, magnesium och järn. Dessa bergarter brukar sammanföras under benämningen grönstenar. Allra mest lättvittrat är mineralet kalkspat, som utgör huvudbeståndsdelen i kalksten. Framför allt de yngre kambrosiluriska bergarterna är kalkrika. De finns bevarade inom mycket begränsade områden av landets yta. Lyckligtvis har inlandsisen fört med sig kalk från dessa områden så att kalk finns i jordarna inom betydligt större områden (se figur C.4.1, efter G. Lundqvist i "Atlas över Sverige").

Kalken har en mycket stor betydelse för vattenkvalitén. Den gör vattnet hårt. Detta är både positivt och negativt. Det negativa är att hushållsmaskiner, varmvattenberedare, ledningar etc sätts igen, vilket dock kan avhjälpas genom skivhårdning av vattnet. Positivt är att vattnet är hälsosammare med avseende på hjärt- och kärlsjukdomar, inte är aggressivt på ledningar och framför allt att dessa vatten med ävenledes hög vätekarbonathalt är mindre känsliga för försurning.

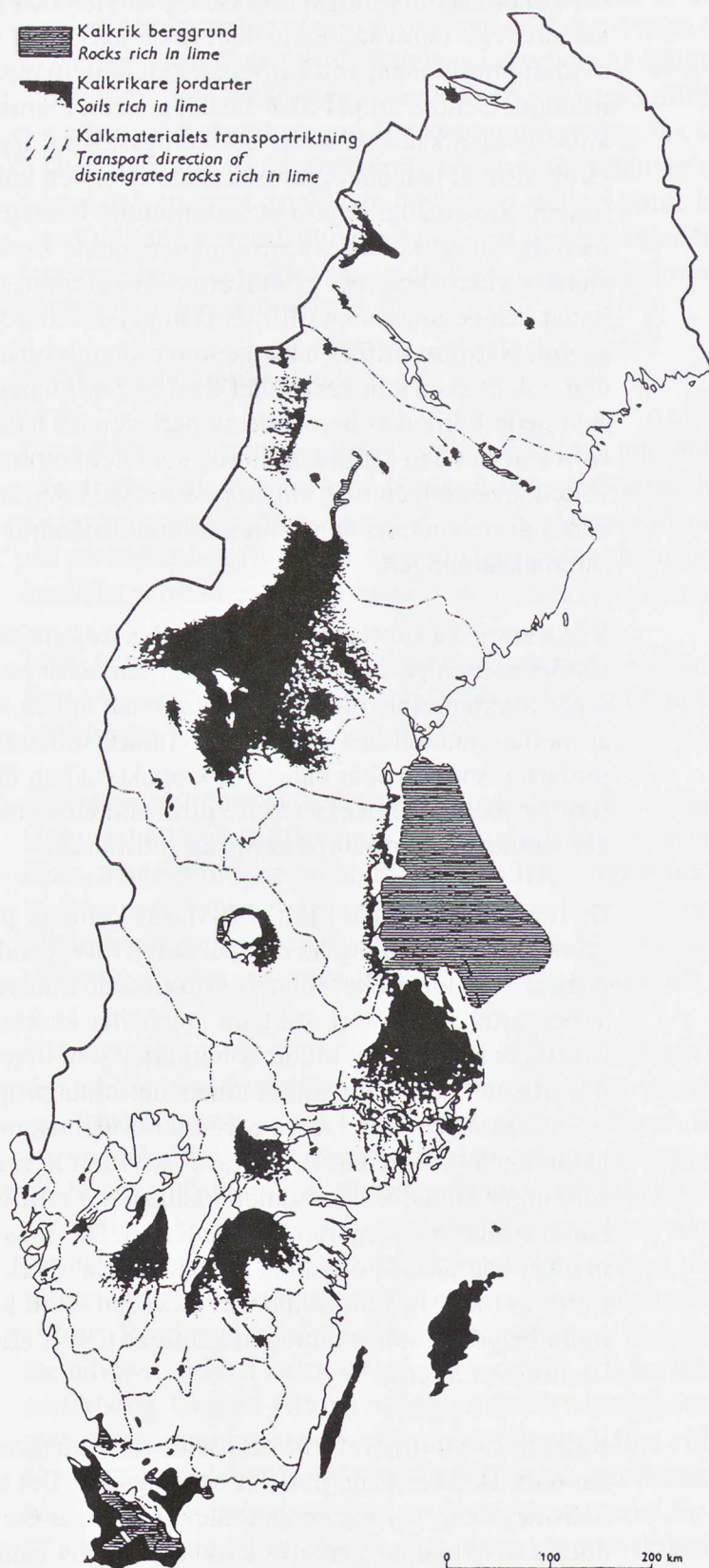


Fig. C.4.1. Områden med förhöjd kalkhalt

Totalhårdheten i grundvattnet som är summan av kalcium- och magnesiumhalterna illustrerar mycket väl den intima kopplingen mellan grundvattnets kemiska sammansättning och de geologiska förutsättningarna, såväl berggrunds- som jordartsgeologiska (se figur C.4.2).

Andra kemiska konstituent, som uppträder i grundvattnet i betydligt lägre halter kan ha stor inverkan på hälsan eller på annat sett begränsa användbarheten. En del av dessa har direkt geologiskt ursprung såsom t ex fluorid, arsenik, järn och mangan medan andra tungmetaller som uppträder i grundvatten endast delvis har geologiskt ursprung (Egentligen kommer ju alla metaller ursprungligen från det geologiska materialet

De kemiska substanser som genereras genom människans aktiviteter tillförs grundvattnet och förändrar dess sammansättning, ibland så mycket att dess användbarhet begränsas. Det kan vara fråga om påverkan av långtransporterade luftföroreningar, som i stort sett berör hela landet eller av markanvändningen, t ex skogsbruk, jordbruk som har större betydelse i den regionala skalan eller av lokal påverkan från deponier

C.5 Grundvattnet och klimatförändring

Grundvattnets förekomst, dess variation i tid och rum bestäms primärt av klimatologiska faktorer. Därför råder ett starkt samband mellan vattensituationen och klimatförändringsproblematiken. Klimatologer förutskickar stora och drastiska förändringar i det globala klimatet beroende på människans aktiviteter. Det är främst de stora förändringarna i atmosfärens koldioxidinnehåll som oroar. Under de senaste 100 åren har halten ökat med 22 %. En fjärdedel av denna ökning har skett under de senaste 10 åren (Shiklomanov, 1990). Beräkningar visar att vid slutet av detta århundrade kommer koldioxidhalten att vara mellan 15 och 20 % över 1980 års nivå. I genomsnitt medför detta en global temperaturhöjning av 1° C jämfört med situationen fram till och med 1960. År 2030 -2050 har temperaturen stigit med ytterligare 2 - 3° C.

Vilka följder dessa beräknade temperaturförhöjningar kan få är dock svåra att överblicka. För ekosystemet viktiga faktorer är markfuktighet, grundvattennivå och avrinning. Dessa bestäms i första hand som skillnaden mellan nederbörd och avdunstning. Eftersom såväl nederbörd som avdunstning sannolikt ökar vid en temperaturhöjning är det svårt att förutse vad som händer med denna skillnad och därmed ovannämnda faktorer.

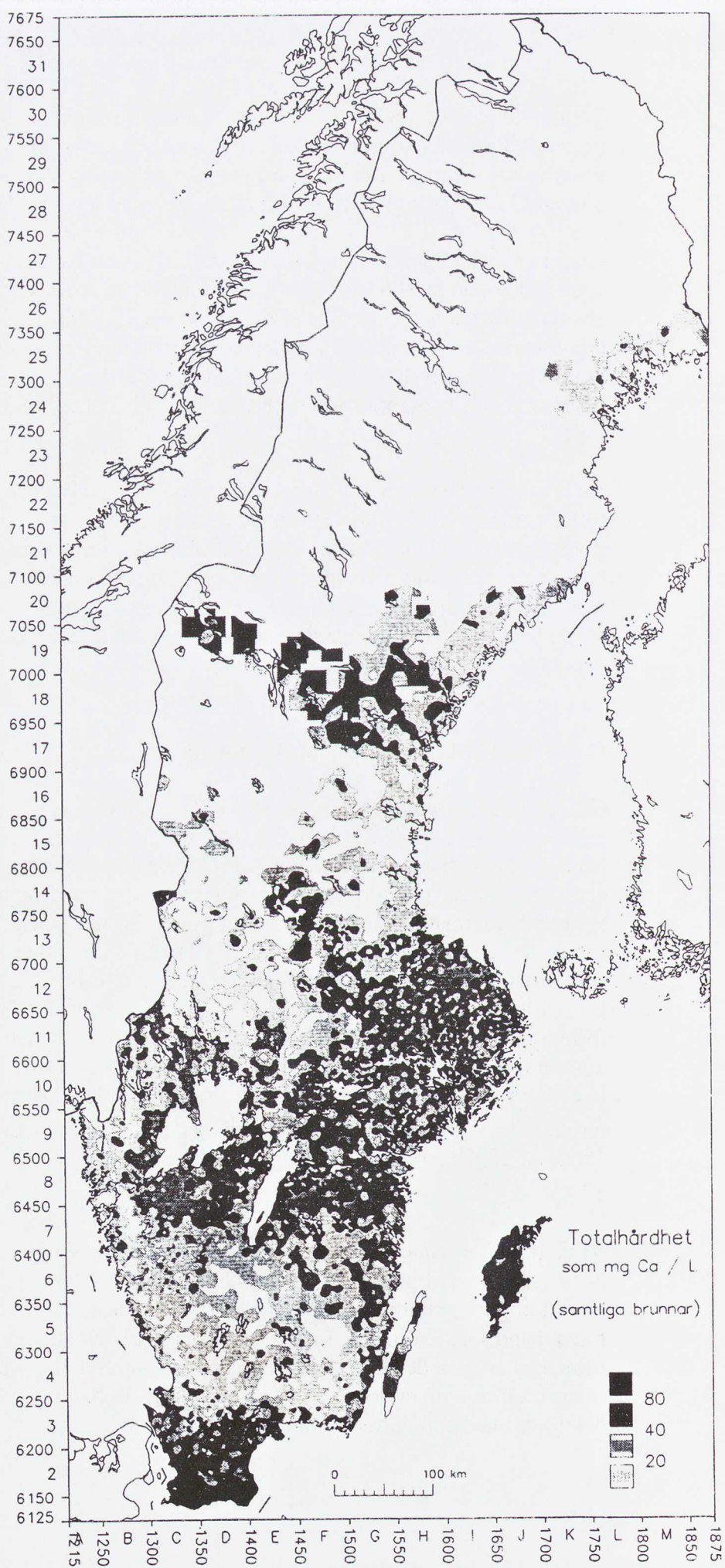


Fig. C.4.2

D. HOT MOT GRUNDTVATTNET

Det finns en mängd företeelser som kan utgöra hot mot grundvattnet. Hoten riktas främst mot grundvattnets kvalitet och i mindre grad mot vattenkvantiteten. Grundvattnet är en förnyelsebar naturresurs där de klimatiska faktorerna styr nybildningen av grundvatten. Ändras inte de klimatiska förhållandena avsevärt så påverkas inte heller nybildningsförloppet i stort.

Då grundvattnet är en del i vattnets kretslopp påverkas grundvattnet av samma hot som andra delar i detta kretslopp. Man kan också vända på detta och säga att det som hotar grundvattnet också hotar andra former av vattnets förekomst.

Då vattnet både globalt och lokalt är i ständig rörelse är vattnet kanske den viktigaste transportören av både nyttiga och onyttiga ämnen. Ser man till hoten är det främst transporten av miljöfarliga eller miljöstörande ämnen som avses. Grundvattnet mottager sådana ämnen från en mängd olika aktiviteter, t ex utsläpp till atmosfären från industriprocesser och trafik, jordbruk, boende, deponier och genom olika olyckor. Man kan dela in hoten i två kategorier, dels sådana där spridningsprocesserna, t ex luftföroreningar, eller aktiviteterna, t ex skogs- och jordbruk, påverkar stora arealer (*regional påverkan*), dels sådana där påverkan är att betrakta som lokal, t ex deponier, avloppsinfiltration eller grundvattenuttag för vattenförsörjning (*lokal påverkan*).

Vattnets uppehållstid i marken är genomsnittligt relativt lång i förhållande till tiden i t ex i vattendrag och sjöar. Därigenom utgör grundvattnet en buffert för tillgången på sötvatten i landområdena. Av samma anledning tar det också relativt lång tid att omsätta vattentransporterade föroreningar i grundvattenförekomsterna och det kan därför ta lång tid innan en förorening märks i grundvattnet. Tillförsel till grundvattnet av höga punktbelastningar av förorenande ämnen (t ex kväveföreningar) kommer därför att under lång tid medföra läckage av dessa föroreningar till vattendrag, sjöar och hav.

Ytterligare ett hot mot grundvatten som är värt att beakta är den brist på kunskap och medvetenhet om grundvattnets förekomst och uppträdande som generellt kan sägas råda bland planerare och beslutsfattare. Grundvattnet syns inte, och grundvattenförhållanden styrs av faktorer som kan upplevas komplicerade att förstå. I t ex de kommunala översiktsplanerna har grundvattnet oftast endast berörts summariskt.

D.1 Regional påverkan

Luftburna föroreningar

Föroreningar som transporteras med luften kan ha mycket lokala inhemska källor, men kan också ha transporterats hundratals mil innan de deponeras. De hittills allvarligaste lufttransporterade föroreningarna, som dessutom till största delen kommer från utländska utsläpp, är svavel- och kväveoxider samt vissa tungmetaller.

Den ökade förbränningen av fossila bränslen under industriell tid har medfört att nederbörden blivit allt surare. Svaveldioxiden som emitteras vid förbränningen av svavelhaltiga bränslen oxideras och bildar med vattnet svavelsyra. Svavelsyran är helt uppdelad i vätejoner och sulfationer. Halten sulfat i nederbörden ökade markant under slutet av 1950-talet och början av 1960-talet för att nå sin kulmen i mitten av 1960-talet. Sedan dess har sulfathalten långsamt sjunkit. Merparten av de sura substanserna som faller ner över landet är långtransporterade gränsöverskridande föroreningar från den europeiska kontinenten och Storbritannien.

Den sura nederbörden har påverkat grundvattnets kemiska sammansättning i olika stor utsträckning beroende på markens förmåga att neutralisera den sura nederbörden. Neutralisationen sker genom jonbytes- och vittringsprocesser. Intensiteten i dessa är beroende av hur pass lättvittrade mineral det finns i marken (se ovan). Berggrunden i vårt land utgörs till största delen av kristallina bergarter, främst gnejs och granit. Jämfört med länder med övervägande kalkhaltig sedimentär berggrund erbjuder vår berggrund dåliga förutsättningar för att neutralisera tillskott av starka syror.

Så länge jonbytes- och vittringsprocesserna håller jämna steg med tillförseln av vätejoner från nederbörden förändras inte pH-värdet i grundvattnet. Däremot blir marken surare i och med att regnvattnets vätejoner byts ut mot de kalcium- och magnesiumjoner som är bundna till markpartiklarna. Detta medför att grundvattnets kalcium- och magnesiumhalter ökar. Svavelsyrans sulfationer följer markvattnet med större eller mindre fördröjning ner till grundvattnet, vars sulfathalt således ökar. Skulle vätejoner trots allt "läcka" ner till grundvattnet verkar vätekarbonatet som en buffert, dvs reagerar med vätejonerna, varvid vätekarbonathalten minskar, men pH-värdet bibehålls. I områden med kalkhaltiga jordar kan vätekarbonathalten i stället öka vid större syratillskott.

Fasta provtagningsstationer i SGUs grundvattennät och det s k PMK-nätet (grundvattenobservationsnätet inom Naturvårdsverkets program för miljö kvalitetsövervakning) visar förändringen i grundvattnets kemi i vissa fall sedan slutet av 1960-talet (se figur C.1.6).

Depositionen av surt nedfall är störst i sydvästra delen av landet och avtar i en gradient mot norr i södra Sverige. I norra Sverige avtar nedfallet från kusten mot norska gränsen. För att få en bild av var i landet grundvattnen är påverkade av antropogent betingad sur nederbörd kan man utnyttja det förhållande som beskrivs ovan, att kalcium och magnesium ökar i förhållande till vätekarbonathalten. Kvoten mellan vätekarbonathalten och totalhårdhet, dvs summan av kalcium och magnesium, är normalt ca 1, men minskar med ökad grad av påverkan. Figurerna D.1.1a och b, som bygger på uppgifter lagrade i brunnsarkivets databas, visar att påverkan är mycket stor i södra Sverige, speciellt i grunda brunnar. I områden med kalkhaltiga jordar (se figur C.4.1) klarar sig grundvattnet bra, trots stort nedfall. Vid en jämförelse med brunnarnas pH-värde (figur D.1.2) framgår att stor påverkan av sur nederbörd och låga pH-värden i allmänhet sammanfaller men att tydliga avvikelser finns mot norr. Speciellt ytliga grundvatten kan vara naturligt sura, dvs ha låga pH-värden.

Lösligheten och rörligheten av de flesta tungmetaller och aluminium ökar med sjunkande pH. Det betyder att försurningen kan medföra förhöjda halter tungmetaller i grundvatten och därmed större transport ut till ytvattendrag. Tungmetaller och aluminium kan lösas ut ur det geologiska materialet, men en mycket stor del av t ex tungmetallerna kvicksilver, bly och kadmium, som transporteras med grundvattnet, är luftdeponerade. I södra Sverige kommer merparten från utlandet, medan inhemska källor dominerar i norra Sverige.

Tungmetallhalterna i grundvattnet är i allmänhet mycket lägre än riktvärdena för dricksvattenkvalitet, men en mycket kraftig ackumulering i marken av luftburna metaller som bly och kvicksilver inger farhågor för framtiden. Redan nu, vid mycket låga halter, är de tillräckligt höga för att ge problem i ekosystemet, som t ex för höga halter kvicksilver i fisk.

För människan hälsovådliga halter av tungmetaller kan uppkomma genom korrosion på vattenledningar, kopplingar, hydroforer etc på grund av surt aggressivt vatten. Detta är en av de hittills mest påtagliga och kända effekterna av det sura nedfallets påverkan på grundvattnet.

Kärnkraftshaveriet i Tjernobyl gav oss en påminnelse om hur lätt en stor del av våra livsmedelsresurser, såsom grödor och köttproduktion kan slås ut av radioaktiva långtransporterade föroreningar. Grundvattnet torde dock ha klarat sig väl, p g a att cesium binds till markpartiklar och därför i mycket ringa grad följer med markvattnet ner till grundvattnet. Mer omfattande undersökningar borde dock ha gjorts av cesiums eventuella spridning till viktiga grundvattentillgångar, vars resultat kunnat tjäna som underlag för beredskap inför eventuella framtida kärnkraftsolyckor.

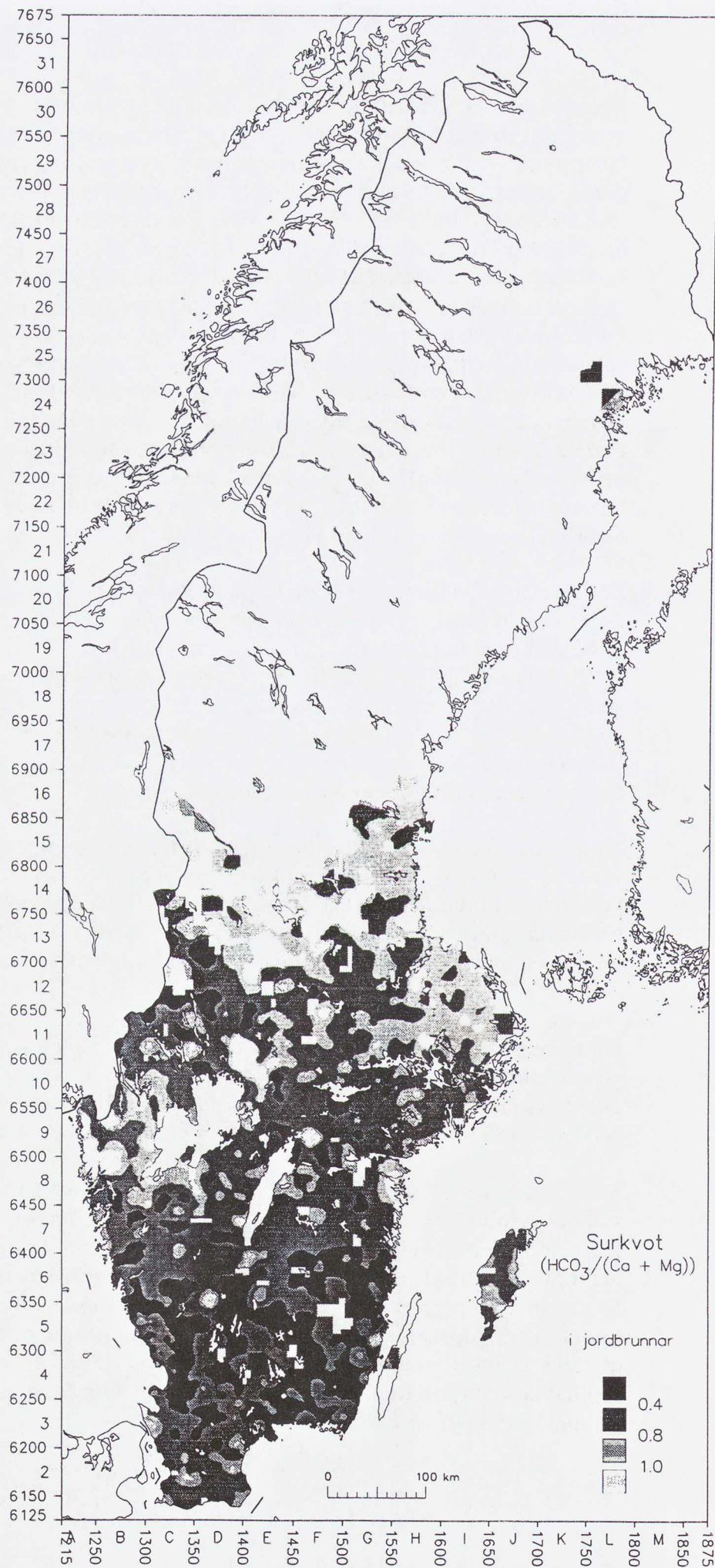


Fig. D.1.1a

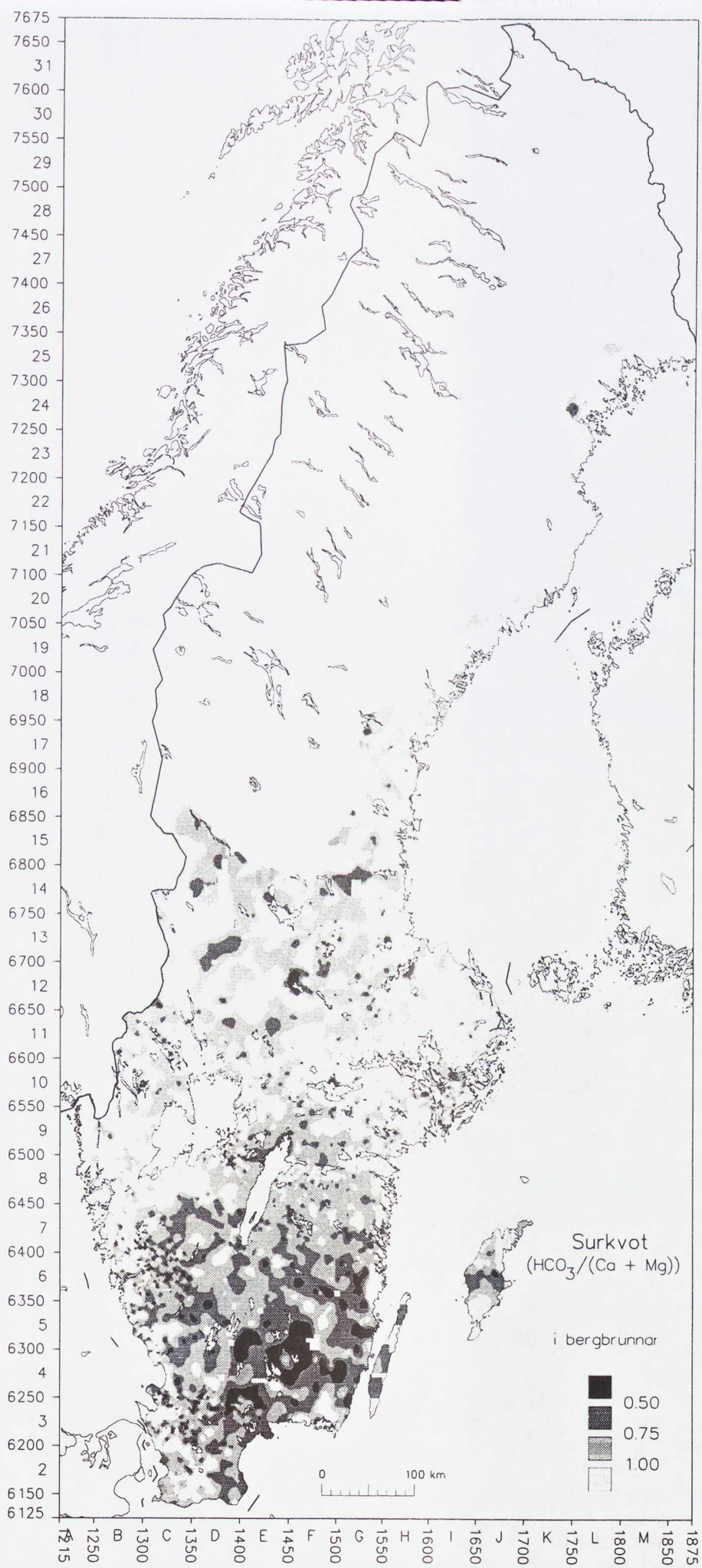


Fig. D.1.1b

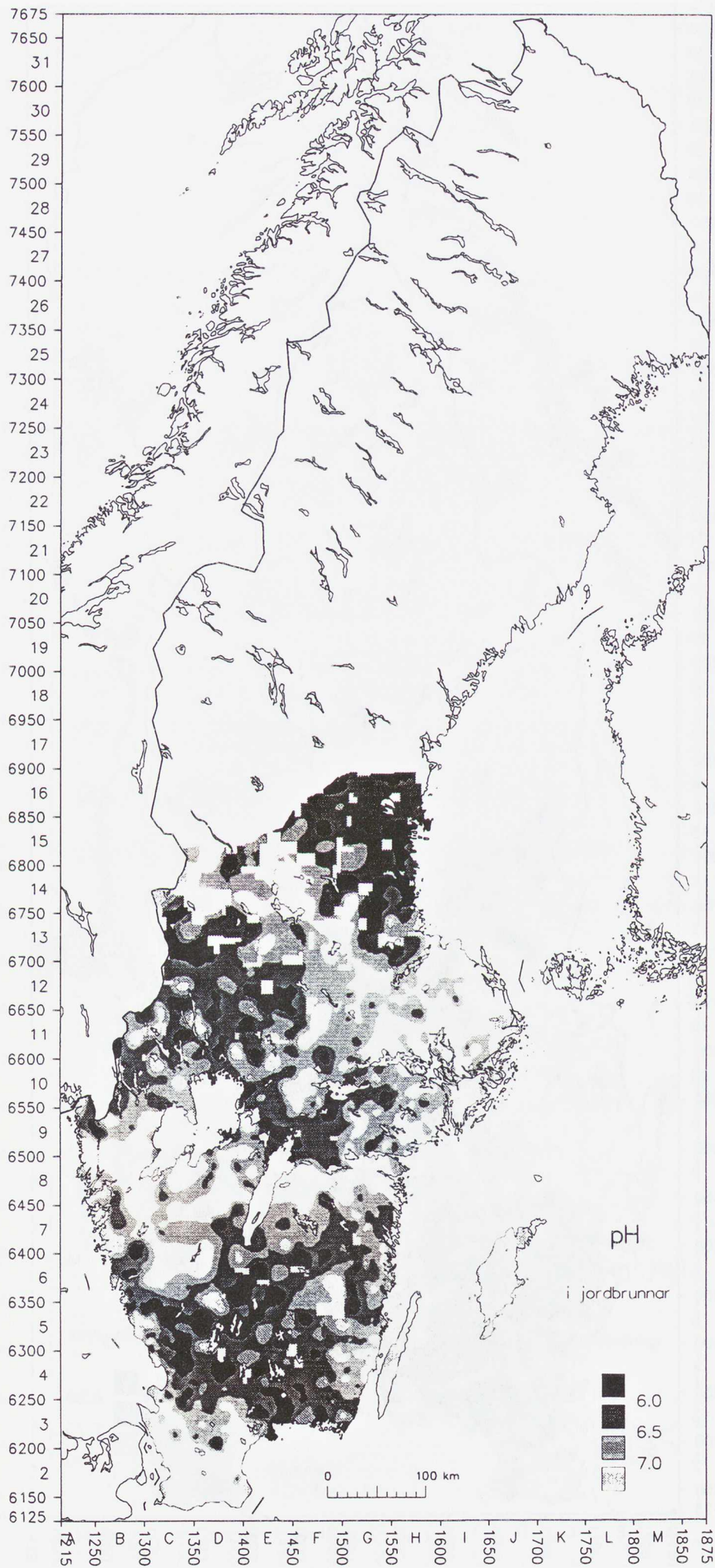


Fig. D.1.2

Markanvändningen för jordbruk, skogsbruk och tätbebyggda områden kan innebära risker för oönskad påverkan på grundvattnet. Det är framför allt växtnäringsläckage i form av kväveföreningar som allvarligt förorenar grundvattnet.

Vanligtvis är nitrathalterna i grundvatten mycket låga. Nitrat bildas naturligt genom oxidation av ammonium som frigörs vid förmultning av växter. Nedfallet av kväveoxider bidrar också till nitratpoolen i marken. Växternas behov är emellertid så stort att läckaget till grundvattnet under naturliga förhållanden är mycket litet. Avverkning inom **skogsbruket**, speciellt kalavverkning av skog, medför att behovet av växtnäring blir mindre än vad som produceras genom förmultningen. Halterna i grundvatten brukar därför öka under en period av upp till 5 à 6 år innan det åter råder balans mellan växtupptag och bildning av nitrat. Halterna brukar dock inte bli speciellt höga. Det brukar vara fråga om en ökning från < 1 mg/l nitrat till ca 3 -4 mg/l. Sammanlagt stora kalavverkade ytor kan dock medföra att arealförlusterna av nitratkväve via grundvatten till ytvattendragen ökar kraftigt.

Skogstillväxten i sig innebär en försurning i och med att rotupptaget av positivt laddade näringsämnen motsvaras av en avgång av vätejoner till marken. Genom bortförseln av avverkad skog tar man också bort så kallade baskatjoner, främst kalcium och magnesium, som annars skulle tillföras marken igen vid förmultningen och bidra till möjligheten att neutralisera den sura nederbörden. Barrskogen ger också en sur förna.

Samhällets krav på hög avkastning från **jordbruksmark** har gjort att användningen av stallgödsel och kvävehaltigt handelsgödsel har varit och är stor. Är givorna större än vad grödorna förmår ta upp, så kan läckage uppkomma med markvattnet ner till grundvattnet. Läckagets omfattning beror på hur stor del av året åkrarna bär gröda, hur stora gödselgivorna är, vilken jordart åkerjorden utgörs av, vilket hydrogeologiskt läge åkern har och mängden nederbörd inklusive bevattning som åkerjorden utsätts för.

Höga nitrathalter i grundvatten hittar vi i områden med "lätta" åkerjor-
dar, som sand- och mojordar i inströmningsläge och där stora gödsel-
givor används för en kort växtperiod och där inte så kallade fånggrö-
dor som kan ta upp kväveöverskottet används. De lätta åkerjordarnas
dåliga vattenhållande egenskaper medför också att konstbevattning är
vanlig.

Lerjordar å andra sidan kan vara så täta att inget eller mycket litet
vatten tränger igenom ner till grundvattnet. Ofta ligger de också i låg-
lägen, som kan innebära att de hydrogeologiskt sett ligger i utström-
ningsläge. Där är grundvattnets strömningsriktning uppåtriktad, vilket
medför att grundvattnet blandas nära markytan med det nitratrika
markvattnet och bidrar till ytavrinning till närmaste vattendrag.

Stora problem med halter överstigande både 30 och 44 mg/l nitrat förekommer, speciellt i ytligt grundvatten i södra Sveriges jordbruksbygder, särskilt i Skåne och Halland. På Kristianstadslätten har ställvis även det djupa grundvattnet i den för vattenförsörjningen så viktiga sandstensakviferen fått höga nitralthalter.

I tätbebyggda områden och sådana som berörs av befintliga och planerade infrastrukturprojekt är hoten mot grundvattnets kvalitet mångahanda. Förutom påverkan under anläggningstider kan det gälla infiltration från läckande dagvatten- och avloppsvattenledningar, oljetankar, spill i anslutning till bensinmackar och verkstäder, lakvatten från avfallsdeponier samt olika industriverksamheter etc. Det kan befaras att grundvattnet är påverkat av olika miljöstörande ämnen i ett stort antal tätbebyggda områden. En rundringning till ett 20-tal kommuner gav vid handen att det inte förekom någon kontroll av grundvattenkvaliteterna inom tätbebyggda områden annat än i samband med grundvattenuttag för kommunal vattenförsörjning. Det finns därför uppenbart brister i kunskapen om hur de tätbebyggda områdena etc påverkar grundvattnet. För att belysa detta kan följande exempel ges:

I en kommun gjordes en undersökning av ett förorenat industriområde med bl a analyser av grundvattenkvaliteten. Som referens till dessa analyser togs också ett grundvattenprov uppströms industriområdet. Det visade sig att referensprovet var starkare påverkat av miljöstörande ämnen än de som tagits inom och nedströms industriområdet. Orsaken till referensprovets dåliga vattenkvalitet var helt okänd.

Vid exploatering av mark för ny bebyggelse eller annan markanvändning borde större hänsyn tas till risker för påverkan av grundvattnet. Särskilt borde risk för påverkan på stora grundvattentillgångar uppmärksammas. För att på ett adekvat sätt kunna göra detta måste flödet mellan grundvattnets in- och utströmningsområden kartläggas.

Ökade grundvattenuttag kan medföra att vatten från stora djup dras in mot brunnen, vilket kan ge ökande salthalter, järn och i vissa fall svavelväte.

D.2 Lokal påverkan

Sveriges landområden kan indelas i en stor mängd avrinningsområden. Varje avrinningsområde innehåller en eller flera grundvattenförekomster. En grundvattenförekomst i Sverige har i allmänhet en liten areell utbredning, från uppskattningsvis någon hektar upp till några kvadratkilometer. Föroreningar som påverkar en eller några få grundvattenförekomster kan betraktas som lokala. Man bör emellertid observera att föroreningar i en grundvattenförekomst som avbördar sitt vatten till ett ytvattendrag kan påverka betydligt större områden genom föroreningstransporten i ytvattendraget.

Nedan beskrivs aktiviteter som lokalt kan påverka grundvattenförekomst och vattenkvalitet. Dessa aktiviteter kan sammanfattas i följande rubriker:

- * **Grundvattenuttag** (t ex för enskild vattenförsörjning)
- * **Deponier, förorenad mark mm**
- * **Infiltration av förorenat vatten** (t ex avlopp, dagvatten mm)
- * **Olyckor**

D.2.1 Grundvattenuttag

Grundvattenuttag sker för en mängd olika syften, t ex kommunal och enskild vattenförsörjning (livsmedel), för jordbrukets behov av bevattning och för djurhållning, vattenförsörjning till industri, för energiutvinning (via värmepumpar) och för kylning. För närmare beskrivning av omfattningen av grundvattenanvändningen hänvisas till kapitel E.

Grundvattenuttagen beskrivs här i första hand med utgångspunkt i hur dessa påverkar grundvattnet kvantitativt. För att belysa grundvattenuttagens effekter på grundvattenförekomsterna görs en jämförelse mellan hur uttagen och de naturliga processerna påverkar grundvattenvolymen.

Naturliga förändringar av grundvattenbildningen

De klimatiska faktorerna temperatur, nederbörd och avdunstning styr grundvattnets nybildning. Vid beräkning av **grundvattnets nybildning** utgår man från den del av nederbörden som skulle kunna bilda grundvatten, dvs nederbörden minus avdunstningen (**effektiv nederbörd**), vilket anger den teoretiskt största grundvattenbildningen. En del av det grundvatten som bildas har vid vissa klimatsituationer och under särskilda geologiska förhållanden en mycket kort omloppstid innan det övergår i ytvattenfas. Sådant grundvatten kan också avledas genom dikessystem (t ex täckdiken). Hårdgjorda ytor, t ex asfalterade vägar, torg och parkeringsplatser, omöjliggör grundvattenbildning över huvud taget. Från dem sker en direkt ytvattenavrinning. För varje grundvattenförekomst som har praktisk betydelse för något ändamål, t ex enskild vattenförsörjning, måste därför en särskild beräkning göras för att bestämma grundvattenbildningen. Den uttrycks ofta i procent av den effektiva nederbörden och kan vara alltifrån 100 % ned till ca 10 % beroende på olika tidsmässiga och lokala förhållanden.

Genom att grundvattenförekomsterna fylls på av den del av nederbörden som bildar grundvatten sker också en kontinuerlig avtappning från grundvattenmagasinen till ytvattnet. På så sätt är grundvattnet i **ständig rörelse** från inströmningsområden, där det bildas, till utströmningsområden där det läcker ut i bäckar, åar, sjöar eller havet.

Hur vattnet transporteras och rör sig i marken är beroende av topografiska och geologiska förhållanden. Grundvattnets omsättningstid varierar avsevärt, från några timmar till 1000-tals år.

Förändringar i grundvattnets volym registreras genom mätningar av grundvattennivåernas förändringar (se kapitel C). Dessa är således ett relativt mått på förändringarna i volym. För att få ett mått på de verkliga volymerna vatten (i t ex m^3) måste man ha kännedom om jordlagrens eller berggrundens effektiva porositet, mäktighet och utbredning. Porositeten varierar från t ex 0.01 % i urberg till ca 40% i en grusavlagring.

Grundvattnets mängd (eller grundvattenförekomsternas fyllnadsgrad) kan således variera i tid såväl under längre perioder som säsongsvis. Viktiga för grundvattenbildningen är snösmältningen och höstregnen. Under vår och sommar då växter tar upp en stor del av markvattnet och avdunstningen är hög sker ingen eller endast liten nybildning av grundvatten.

Påverkade förhållanden

Grundvattenvolymen kan också påverkas av människan antingen genom dränering (t ex dikning, avledning av dagvatten från asfalterade ytor, täktverksamhet m m) eller genom uttag av grundvatten via brunnar.

Är uttag eller bortledning av grundvatten från en grundvattenförekomst större än vad som nybildas kommer en **fortgående sänkning av grundvattnets trycknivå (grundvattenytan)** att ske, dvs volymen vatten i grundvattenförekomsten kommer att minska kontinuerligt.

Även om uttaget är mindre än vad som nybildas i en grundvattenförekomst ger det ändå upphov till en **lokal sänkning** av grundvattenytan inom grundvattenförekomsten. Sker uttaget av grundvatten via en brunn kallas en sådan avsänkning brunnens sänktratt. Sänktrattens utbredning kallas **brunnens influensområde**. Ju större uttaget är, desto större blir influensområdet. Inom detta sker en grundvattenströmning mot uttagspunkten, dvs mot brunnen. Se fig. C.1.3.

Hur influensområdet kommer att se ut är beroende av markens uppbyggnad, dvs de geologiska förhållandena. Dessa varierar vanligtvis i både horisontell och vertikal led. Att säkert fastställa en brunnns influensområde är därför oftast svårt utan närmare undersökningar. Särskilt svårt är det att ange eller bedöma influensområdet i berggrund, genom att influensområdet styrs av berggrundens spricksystem. Om flera brunnar ligger i samma grundvattenförekomst och deras influensområden påverkar varandra kompliceras bilden ytterligare.

Samma förhållanden som beskrivits rörande uttag av grundvatten ur brunnar gäller i stort när det gäller bortledning av grundvatten via dik-

ningsföretag. Dikning påverkar grundvattnet utefter en horisontell sträcka med närmaste omgivning och berör endast den ytligare delen av grundvattenförekomsten. En brunn däremot influerar vattnet utifrån en viss punkt på markytan ned till större djup.

Ett dikningsföretag kan genom sin ytmässigt stora utbredning dränera avsevärda mängder vatten på kort tid. Skulle samma mängd vatten dräneras i form av ett grundvattenflöde skulle omsättningstiden vara avsevärt längre. Särskild betydelse har diken i perioder med stor grundvattenbildning, t ex vid snösmältning eller omfattande höstregn. Dikena avbördar då stora mängder vatten som annars kunnat bidra till grundvattenreserven. För att belysa hur misshushållning med sött vatten kan ske genom dikningar kan Gotland och Öland anges som exempel. Där har man anlagt stora kanaler med anslutande mindre diken för att få större områden med jordbruksmark eller för att effektivare utnyttja jordbruksmarken. De stora kanalerna är grävda genom jordlagren och oftast nedsprängda en bit i den övre delen av berggrunden. En stor del av det tillgängliga grundvattnet återfinns just i den övre, uppspruckna delen av berggrunden. Ju effektivare denna del av berget dräneras, desto mindre tillgång till sött vatten kommer att finnas för t ex sommarperioden.

Ett grundvattenuttag kan huvudsakligen ge följande effekter och risker för konflikter:

- * **Minskad grundvattentillgång och därmed risk för konflikt med andra brunnsägare.**
- * **Minskat flöde till ytvattendrag med risk för olika konflikter som följd.**
- * **Kvalitetsförändringar pga att naturliga kemiska förhållanden störs av uttaget och de variationer i grundvattenytan som uttaget förorsakar (t ex förändringar i järnhalt).**
- * **Kvalitetsförändringar genom att brunnens influensområde når områden där grundvattnet förorenats genom t ex avloppsinfiltration.**
- * **Sänkning av det hydrostatiska trycket med åtföljande risk för marksättningar och skador på t ex byggnader eller risk för höjning av saltvattengränsen.**

Överuttag av grundvatten

Av vad som framgår ovan kan det vara svårt att definiera en gräns där man kan säga att överuttag föreligger i den meningen att uttaget medför negativ effekt i något av de berörda avseendena. Som grund för en sådan diskussion ska man utgå från en **grundvattenförekomst**, dvs grundvattnet i ett område som omges av grundvattendelare.

Överuttag kan definitivt anses föreligga om uttagen av grundvatten är större än den genomsnittliga årsvisa nybildningen av grundvatten. I detta fall är risken för konflikter av olika typer uppenbar.

Om grundvattenuttagen är större än den periodvisa grundvattenbildningen, t ex under sommarmånaderna, kan konflikter uppstå, t ex med anledning av sinande brunnar, saltvattenpåverkan mm. Om den reservoar av sött grundvatten som finns är tillräckligt stor och är rätt exploaterad behöver emellertid konflikter inte uppstå. Man kan i detta fall tala om **periodvisa överuttag** eller att aktuella uttag ger en **störning**, där risk för periodvisa konflikter kan föreligga.

Uttag av grundvatten från en brunn inom ett grundvattenområde ger en störning genom den sänktratt som uppstår. Störningen behöver ej, men kan, ge upphov till konflikter, se ovan. Konflikt genom vattenuttag från en enskild brunn kan uppträda inom brunnens influensområde. Överuttag i den meningen att uttaget av grundvatten från en rätt anlagd enskild brunn överstiger grundvattenbildningen i grundvattenområdet är inte särskilt vanligt förekommande. Om konflikt uppstått är det inte heller självklart att det är fråga om överuttag. Konflikten kan t ex vara den att brunnen, där uttaget sker, påverkas av grannens avloppsinfiltration. Är orsaken till konflikten uttaget i brunnen eller avloppsinfiltrationen? Problemet kan inte alltid hänföras till mängden vatten som tas ut - det kan vara en felaktigt utförd brunnsanläggning. Detta bedöms som vanligt t ex i samband med salt grundvatten och då beroende på att brunnen borrats för djup eller att den är anlagd nedströms en föroreningskälla. I det fall uttaget förorsakar sättningar i marken med åtföljande skador på t ex byggnader kan man emellertid klart hänföra skadan till mängden uttaget grundvatten.

Grundvattenbildning i relation till grundvattenuttag för enskild vattenförsörjning.

Följande räkneexempel kan belysa förhållandet mellan grundvattenbildning och uttag av grundvatten för enskild vattenförsörjning.

Den del av nederbörden som kan bilda grundvatten är för ett område 200 mm/år. Detta ger en grundvattenbildning inom 1 ha (10 000 m²) på 2000 m³/år. Den genomsnittliga vattenanvändningen per person antas vara 200 l/dygn, vilket motsvarar 73 m³/år. Nybildningen av grundvatten på 1 ha skulle i detta räkneexempel räcka till ca 27 personers vattenanvändning. Omräknat till normal vattenanvändning för en familj om 4 personer skulle den behöva ca 1480 m² markyta för att grundvattenbildningen skulle vara tillräcklig för att fylla vattenbehovet. Detta är den teoretiskt maximala grundvattenbildningen. I praktiken föreligger emellertid svårigheter att tillgodogöra sig hela denna volym. Ett problem är vattenmagasineringsen, som bl a yttrar sig i att vattenbehovet i stort sett är konstant under året medan nybildning av grundvatten bara sker under delar av detta. För att fånga upp allt nybildat vatten måste dessutom sänktratten ständigt vara fullt utbildad när nybildning sker, vilket inte är praktiskt möjligt. Markens vattengenomsläpplighet är en annan viktig faktor, kopplad till magasineringsförmågan. Se vidare bakgrundsbeskrivningen "Hydrogeologiska undersökningsmetoder", avsnitt 4.2.2.1.

D.2.2 Deponier, förorenade markområden mm

Det finns i Sverige flera tusen platser med gamla avfallsupplag och förorenade markområden som sprider föroreningar till miljön. Statens naturvårdsverk har genomfört en branschkartläggning av industrier och deponier som kan tänkas förorena markområden. Det finns bl a ca 4000 äldre kommunala deponier, drygt 1000 områden med gruvavfall och flera tusen områden påverkade av industriverksamhet. Branschkartläggningen syftar bl a till att bedöma behovet av efterbehandlingsåtgärder, dvs i vilken omfattning åtgärder behöver vidtas i dessa områden för att minska utsläppen av miljöfarliga ämnen till omgivningen.

Föroreningar från deponier och förorenade markområden sprids huvudsakligen genom vattentransport och via luften.

När nederbörden infiltrerar i en deponi eller ett förorenat markområde kommer vattnet i kontakt med föroreningarna och påverkas. Påverkansgraden beror på materialets art, vittringsgrad och vattnets kemiska egenskaper (t ex surheten). De föroreningar som kan vattentransporteras infiltreras i stor utsträckning till grundvattnet och följer med grundvattenflödet tills det läcker ut till ytvattnet.

Hur omfattande grundvattenpåverkan blir beror dels på föroreningsintensiteten, dels på de hydrogeologiska förhållanden som råder vid t ex en deponi. Ligger deponin högt upp i ett avrinningsområde är risken större för omfattande grundvattenpåverkan än om den ligger nära ett utströmningsområde. Eftersom grundvattenrörelserna i det senare fallet är uppåtriktade sker inget läckage från deponin till det underliggande grundvattnet, och lakvattnet kan via t ex avskärande diken tas om hand för rening.

De miljöfarliga ämnen som kan läcka från deponier och förorenade markområden är av mångskiftande slag (egentligen alla ämnen som människan i olika tider har hanterat). Dessa ämnen kan grovt hänföras till kategorierna **tungmetaller, organiska miljögifter och växt-näringsämnen**.

D.2.3 Avsiktlig infiltration av förorenat vatten

För att bli av med förorenat vatten har man valt att i vissa situationer infiltrera det förorenade vattnet till grundvattnet istället för att leda det till ett ytvattendrag. Detta gäller särskilt för hantering av avloppsvatten i samband med enskild vattenförsörjning. I någon omfattning infiltreras också t ex dagvatten från bebyggda områden, banvatten från flygplatser, lakvatten från deponier mm i härför särskilt utförda anläggningar.

Det finns sammanlagt uppskattningsvis ca en miljon fastigheter med småskaliga avloppslösningar. Många av dessa saknar dock längre gående rening än slamavskiljning. Tekniken för avloppsinfiltration varierar, dels beroende på vilka krav som gällde då den anlades, dels på markförutsättningarna.

Ett vanligt sätt att ta hand om avloppsvattnet förr var att bygga en skenstänk i marken dit avloppsvattnet leddes. Före stenkistan kunde finnas en enkammarbrunn där slammet (fekalier, m m) avskiljdes.

De vanligaste i dag är slamavskiljare konstruerad med infiltration eller sk markbädd. I slamavskiljaren avskiljs grövre partiklar och avsättbara ämnen. Efter slamavskiljaren leds vattnet till en infiltrationsanläggning i marken eller en sk markbädd. En markbädd är en anläggning där avloppsvattnet infiltrerar genom en anlagd sandbädd för att sedan ledas ut via ett utlopp. En del av detta avloppsvatten infiltrerar också i marken. Markbädden anläggs vanligen där jordmaterialet är alltför ogenomsläppligt för att vanlig infiltration skall vara möjlig. Gemensamt för dessa anläggningstyper är att en viss del av de vattenlösliga ämnena i avloppsvattnet sprids, antingen till grundvattnet eller något ytvattendrag. Förutom de mikroorganismer som förekommer i avloppsvattnet är det främst kväveföreningar och i någon mån fosfor som sprids och kan påverka grundvattnet. Givetvis förekommer också i små mängder andra typer av föroreningar i hushållens avloppsvatten, t ex tungmetaller och olika organiska föroreningar. Mikroorganismer dör oftast snabbt i marken, varför sådan påverkan oftast är mycket lokal. Det förekommer dock relativt ofta att mikroorganismer kan påverka näraliggande brunnar.

Avloppsvattnet kan utgöra en betydande del av grundvattenbildningen i en grundvattenförekomst där flera infiltrationsanläggningar är anlagda. Det betyder att en stor risk för påverkan finns och därmed risk för konflikt med vattenförsörjningsintressen. De lösta växtnärsämnena kan också medverka till igenväxning av ytvattendrag. Vid varje brunn ***där vattenuttag sker produceras också avloppsvatten***, mer eller mindre kontaminerat av föroreningar. Genom att avloppsvattnet vanligen infiltreras till grundvattnet i brunnens närområde är risken stor att problem kan uppstå både med det egna dricksvattnet och resten av grundvattenmagasinet. Riskerna för påtaglig påverkan ökar ju fler brunnar som ligger i samma grundvattenförekomst.

Omfattningen av infiltration av annat förorenat vatten än avloppsvatten till grundvattnet är lite känd. Däremot diskuteras sådan infiltration ofta idag i samband med kretsloppsanpassade tekniska lösningar. Det finns ett stort intresse för att utveckla teknik för t ex "lokalt omhändertagande" av dagvatten, lakvatten från deponier m m. I sådan teknik kan just infiltration till grundvattnet ingå som en

del av den tekniska lösningen. Det lokala omhändertagandet av vattnet bygger på att man hanterar det på sådant sätt att då det lämnar aktivitetsområdet ej skall vara miljöstörande. Infiltration i marken medverkar till detta genom markens förmåga att filtrera och fastlägga olika ämnen. En utvecklad sådan teknik kommer sannolikt att innebära att anspråk kommer att ställas på grundvattenförekomster i samband med t ex dag- och lakvattenbehandling. Detta måste då relateras till förekomsternas värde i samband med vattenförsörjning.

D.2.4 Olyckor

Genom t ex trafikolyckor, flygplanshaverier eller läckage från depåer eller ledningar och spill av olika vätskor finns många orsaker till att grundvattnet kan påverkas. Vanligt förekommande är spridning av petroleumprodukter i marken.

I diskussionerna om miljöfarliga transporter har särskilt uppmärksamhets risker för olyckor som medför hot mot stora grundvattenmagasin, där grundvattenuttag för kommunal vattenförsörjning görs.

E. ANVÄNDNING AV GRUNDTVATTEN

I följande kapitel redovisas grundvattenanvändningen för olika områden. I tabellen E.1 anges sammanfattningsvis förhållandet mellan grund- och ytvattenanvändningen i Sverige.

Tabell E.1: Yt- och grundvattenanvändning i Sverige. Siffrorna anger miljoner kubikmeter.

	Ytvatten	Grundvatten, naturligt	Grundvatten med konstgjord grundvatten- bildning*
Kommunal vattenförsörjning	505	224	230
Enskild vattenförsörjning		90	
Fritids- vattenförsörjning		9	
Jordbruk **	85	15	
Industri***	6000	100	

* Består av naturligt grundvatten och infiltrerat ytvatten

** Avser främst vatten för bevattning och djurhållning

*** Industrins ytvattenanvändning kan ej adekvat uppskattas. Angiven siffra härrör från 1977. Sannolikt är aktuell vattenanvändning mindre.

Industrin är den dominerande vattenanvändaren i Sverige. Sammanlagt används flera miljarder kubikmeter vatten inom främst processindustrin. Endast en mindre del av detta är grundvatten.

För den totala dricksvattenförsörjningen, inklusive den enskilda, nyttjas mer grundvatten än ytvatten, inräknat vatten från anläggningar med konstgjord grundvattenförstärkning. Det ytvatten som därvid används avses genom infiltration få grundvattenkaraktär. Om man bortser från de stora tätortsregionerna såsom Stockholm och Göteborg, som genom de stora vattenbehoven är hänvisade till ytvattenbaserad dricksvattenförsörjning, tryggar det övriga landet till stor del sina behov med grundvatten (se tabell E1.1-1) och fig. E.1.1.

Det finns inga säkra prognoser för utvecklingen av dricksvattenförsörjningen avseende yt- kontra grundvattenberoende. Det finns dock flera exempel på att man, där man kan, byter ut ytvattentäkter mot grundvattentäkter. Många kommuner överväger nyanläggning av grundvattentäkter och infiltrationsanläggningar. Orsakerna till denna trend är bl a att ytvatten ofta är svårbehandlat och att det producerade dricksvattnet är mindre tillfredställande än dricksvatten baserat på grundvatten, som ofta har naturligt god kvalitet. Ytvattenanläggningar anses dessutom vara mera sårbara än grundvattenanläggningar.

E.1 Dricksvattenförsörjning

Dricksvattenförsörjning inom tätorter där många hushåll är anslutna till samma distributionssystem sker vanligtvis från s k allmänförklarade vattentäkter eller enskilda vattentäkter med någon typ av förordnande. Vattnets kvalitet genomgår regelbunden kontroll innan det nyttjas av konsumenterna. Statens livsmedelsverk är den centrala myndighet som fastställer kraven på vattnets kvalitet fram till förbindelsepunkter till fastigheter med sådan vattenförsörjning. Kommunens miljö- och hälsoskyddsnämnd är den lokala tillsynsmyndigheten medan den tekniska förvaltningen ofta sköter genomförandet. Sådan vattenförsörjning brukar kallas *kommunal vattenförsörjning*.

Övrig vattenförsörjning till hushåll sker från enskilda vattentäkter utan några förordnanden. Vattnet tas nästan alltid från en grundvattenbrunn som försörjer ett mindre antal hushåll, oftast ett till två stycket. Vid sådant nyttjande, som benämns *enskild vattenförsörjning*, sker ingen kontroll från samhällets sida utan ansvaret för tillgång på vatten och dess kvalitet ligger i praktiken helt på den enskilde. Många kommuner har ambitionen att fungera som rådgivare men saknar ofta kompetens och resurser att ge råd om brunnsutföranden och vattenberedningsutrustningar. Oftast är det den lokale brunnborraren eller vattenfilter-försäljaren som står för den tekniska kompetensen vid anläggning av brunnar eller beredning av vatten för enskilt bruk.

E.1.1 Kommunal dricksvattenförsörjning

Enligt Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV, levererar de kommunala vattenverken ungefär 960 miljoner kubikmeter vatten per år till hushållen och industrin i landet, se tabell E 1.1-1. Hushållen använder ca 530 miljoner kubikmeter. Kommunerna sörjer på så sätt för behoven för sju och en halv miljon människor, se tabell E.1-2. I tätorterna är den totala vattenförbrukningen räknad per person i genomsnitt 350 liter per dygn, varav ungefär hälften går åt för konsumtion. Förluster i ledningsnäten, vatten för allmän service och avloppshantering och för egen förbrukning vid vattenverken utgör mer än 30% av årsproduktionen. Resten, drygt 10%, används av industrin. Förbrukningen har legat på samma nivå sedan 1970-talet.

Tabell E 1.1-1: Vattenanvändning vid kommunal vattenförsörjning fördelad på yt- och grundvatten samt konstgjord grundvattenbildning.

TYP AV KOMMUNALT VATTEN (1000 m ³)				
LÄN	TOTALT	GRUND- VATTEN	KONST- GJORD INFILTR	YT- VATTEN
STOCKHOLM	208768	7033	10753	190982
UPPSALA	28678	7785	18795	2098
SÖDERMANLAND	26830	5877	18948	2005
ÖSTERGÖTLAND	45865	1474	5246	39145
JÖNKÖPING	27732	7353	4473	15907
KRONOBERG	14290	4868	3010	6411
KALMAR	22912	7930	7857	7108
GOTLAND	4451	3862	3	586
BLEKINGE	15386	4049	1187	10151
KRISTIANSTAD	25324	21121	4243	0
MALMÖHUS	111717	29475	48082	34160
HALLAND	24084	9693	9575	4816
GBG OCH BOHUS	88575	1561	2991	84023
ÄLVSBORG	34579	8519	821	25239
SKARABORG	23011	7385	606	15020
VÄRMLAND	26707	7062	11262	8377
ÖREBRO	31485	5114	24600	1769
VÄSTMANLAND	33916	7729	23849	2338
KOPPARBERG	31197	23723	733	6741
GÄVLEBORG	28114	10821	10317	6975
VÄSTERNORRLAND	32322	20197	5618	6507
JÄMTLAND	16892	5164	318	11410
VÄSTERBOTTEN	25190	8982	8678	7530
NORRBOTTEN	30596	6953	7687	15956
HELA RIKET	958621	223730	229652	505254
PROCENT		23,3	24,0	52,7

Tabell E 1.1-2: Antal personer länsvis med kommunal respektive enskild vattenförsörjning. (Exklusive fritidsboende.) Källa VAV 1992.

LÄN	INVÅNARE				
	TOTALT	KOMMUNAL PROCENT		ENSKILD PROCENT	
STOCKHOLM	1669824	1591243	95,3	78581	4,7
UPPSALA	278665	225078	80,8	53587	19,2
SÖDERMANLAND	247918	211666	85,4	36252	14,6
ÖSTERGÖTLAND	408314	352059	86,2	56255	13,8
JÖNKÖPING	309858	258505	83,4	51353	16,6
KRONOBERG	179141	135777	75,8	43364	24,2
KALMAR	241950	199515	82,5	42435	17,5
GOTLAND	57577	38400	66,7	19177	33,3
BLEKINGE	151292	131829	87,1	19463	12,9
KRISTIANSTAD	283313	217637	76,8	65676	23,2
MALMÖHUS	793735	730618	92,1	63117	7,9
HALLAND	250126	205669	82,2	44457	17,8
GBG OCH BOHUS	747866	669139	89,5	78727	10,5
ÄLVSBORG	409227	316793	77,4	92434	22,6
SKARABORG	278866	206036	73,9	72830	26,1
VÄRMLAND	284817	219580	77,1	65237	22,9
ÖREBRO	274288	230057	83,9	44231	16,1
VÄSTMANLAND	260140	228614	87,9	31526	12,1
KOPPARBERG	269355	225373	83,7	43982	16,3
GÄVLEBORG	277523	237307	85,5	40216	14,5
VÄSTERNORRLAND	260833	223139	85,6	37694	14,4
JÄMTLAND	135991	106617	78,4	29374	21,6
VÄSTERBOTTEN	244346	213783	87,5	30563	12,5
NORRBOTTEN	266153	243456	91,5	22697	8,5
HELA RIKET	8581118	7417890	86,4	1163228	13,6

Den kommunala vattenförsörjningen baseras till drygt hälften på ytvatten. Resten utgörs av grundvatten, som i sin tur är till ungefär lika delar naturligt och konstgjort.

E.1.2 Enskild dricksvattenförsörjning

Uppskattningsvis 1,2 miljoner människor i Sverige, främst på landsbygden, är beroende av egen vattenförsörjning, tabell E 1.1-2. och fig. E.1.2. Ungefär 20 % av fastigheterna med permanent boende i småhus berörs, se tabell E 1.2-1. Vattenförsörjningen baseras nästan uteslutande på grundvatten, som utvinns ur borrhäls eller grävda brunnar. Om man räknar med en genomsnittlig användning på 200 l/dygn och person vid permanentboende så används ca 90 miljoner kubikmeter vatten per år.

Tabell E 1.2-1: Antal fastigheter med småhus för permanentboende med kommunal respektive enskild vattenförsörjning. Källa: Fastighetstaxeringen SCB 1993.

LÄN/RIKET	TOTALT	KOMMUNAL ANSL		ENSKILD ANSL		UPPG. SAKNAS	
	ANTAL	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT
STOCKHOLM	188401	166046	88,1	20414	10,8	1941	1,0
VÄSTERBOTTEN	48224	39088	81,1	8300	17,2	836	1,7
NORRBOTTEN	56853	48961	86,1	6843	12,0	1049	1,8
UPPSALA	43498	30122	69,2	12641	29,1	735	1,7
SÖDERMANLAND	42762	33129	77,5	8913	20,8	720	1,7
ÖSTERGÖTLAND	65748	51824	78,8	12785	19,4	1139	1,7
JÖNKÖPING	60479	50471	83,5	9475	15,7	533	0,9
KRONOBERG	38628	29093	75,3	9142	23,7	393	1,0
KALMAR	56218	43267	77,0	11893	21,2	1058	1,9
GOTLAND	11238	6025	53,6	4970	44,2	243	2,2
BLEKINGE	37312	27611	74,0	9015	24,2	686	1,8
KRISTIANSTAD	71293	55293	77,6	15330	21,5	670	0,9
MALMÖHUS	128887	113815	88,3	14309	11,1	763	0,6
HALLAND	59520	45997	77,3	12983	21,8	540	0,9
GBG OCH BOHUS	111107	84454	76,0	24906	22,4	1747	1,6
ÄLVSBORG	92259	66139	71,7	24812	26,9	1308	1,4
SKARABORG	57198	41292	72,2	15032	26,3	874	1,5
VÄRMLAND	61896	43573	70,4	17200	27,8	1123	1,8
ÖREBRO	51859	39050	75,3	11900	22,9	909	1,8
VÄSTMANLAND	46031	37718	81,9	7768	16,9	545	1,2
KOPPARBERG	66101	52241	79,0	12748	19,3	1112	1,7
GÄVLEBORG	55870	41503	74,3	13443	24,1	924	1,7
VÄSTERNORRLAND	55424	44869	81,0	9680	17,5	875	1,6
JÄMTLAND	25429	17443	68,6	7353	28,9	633	2,5
HELA RIKET	1532235	1209024	78,9	301855	19,7	21356	1,4

Fritidsboendets vattenförsörjning baseras till ca 11 % på kommunal och till ca 59 % på enskild vattenförsörjning. För ca 30 % finns inga uppgifter som anger typ av vattenförsörjning, se tabell E 1.2-2. Procentandelen avser antalet fastigheter. Med en beräkning av vattenförbrukning om 250 l/dygn och fritidsfastighet samt att vattenanvändning sker 60 dagar om året ger detta en årlig vattenanvändning om ca 9 miljoner kubikmeter vatten. Den helt övervägande delen av detta vatten bedöms vara grundvatten. Fritidshusens fördelning över landet framgår av fig. E.1.3.

Tabell E 1.2-2: Antal fritidsfastigheter med kommunal, enskild och sommarvattenförsörjning. Källa: Fastighetstaxeringen SCB 1993.

LÄN/RIKET	KOMMUNAL	ENSKILD	SOMMAR VATTEN	TILLG. SAKNAS	UPPG SAKNAS	SUMMA
STOCKHOLM	3075	28944	36561	15743	2848	87171
VÄSTERBOTTEN	1556	4224	8409	11991	1442	27622
NORRBOTTEN	1641	2883	6474	14034	1056	26088
UPPSALA	1046	5594	7906	4292	204	19042
SÖDERMANLAND	1612	7296	9210	6294	153	24565
ÖSTERGÖTLAND	1554	6263	9241	9231	365	26654
JÖNKÖPING	350	3838	3517	4392	121	12218
KRONOBERG	430	5015	1829	2039	17	9330
KALMAR	4701	6104	7736	5088	232	23861
GOTLAND	1011	2524	2292	1796	281	7904
BLEKINGE	2032	2922	4051	1960	147	11112
KRISTIANSTAD	6822	8042	3119	1418	242	19643
MALMÖHUS	7421	5513	5616	964	2657	22171
HALLAND	10067	4757	6530	2066	1649	25069
GBG OCH BOHUS	5468	12324	17988	5863	919	42562
ÄLVSBORGS	470	7746	6114	7197	196	21723
SKARABORG	556	4331	3796	3919	396	12998
VÄRMLAND	606	6113	5168	10291	165	22343
ÖREBRO	748	4443	4861	6143	154	16349
VÄSTMANLAND	897	3988	4272	4429	98	13684
KOPPARBERG	6052	10235	6842	15633	425	39187
GÄVLEBORG	1343	6193	7724	11657	490	27407
VÄSTERNORRLAND	1327	3920	9581	6487	238	21553
JÄMTLAND	3914	7087	3972	9820	125	24918
HELA RIKET	64699	160299	182809	162747	14620	585174

11%

59%

30%

Antalet fastigheter för vilka uppgivits att vattentillgång saknas är anmärkningsvärt stort. Orsaken är inte känd.

KOMMUNAL ANVÄNDNING AV
GRUNDEVATTEN, MED ELLER
UTAN KONSTGJORD GRUND-
VATTENBILDNING (VAV 1992).



Fig E.1.1

ANTAL FOLKBOKFÖRDA
KOMMUNINVÅNARE MED
ENSKILD VATTENFÖR-
SÖRJNING (VAV 1992).

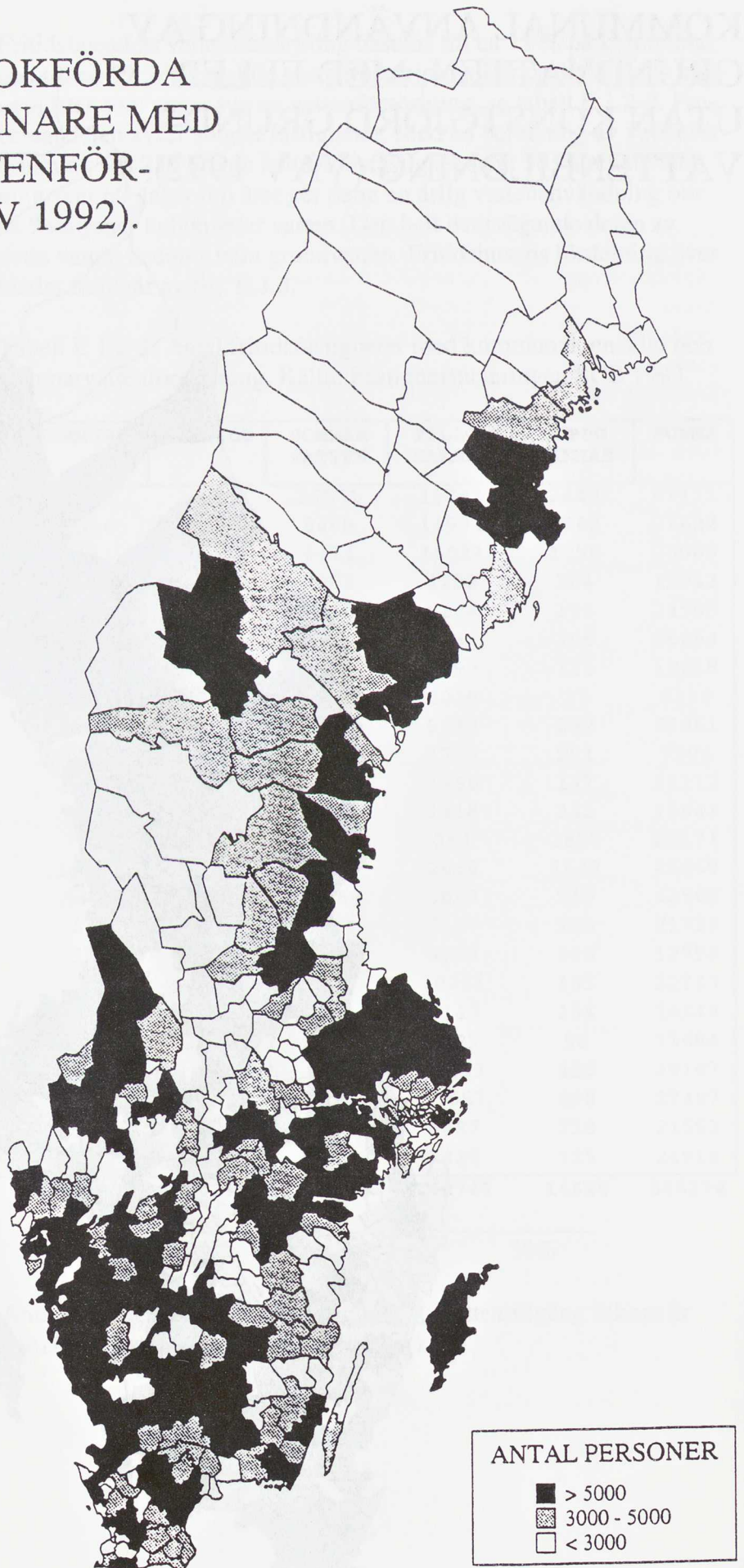
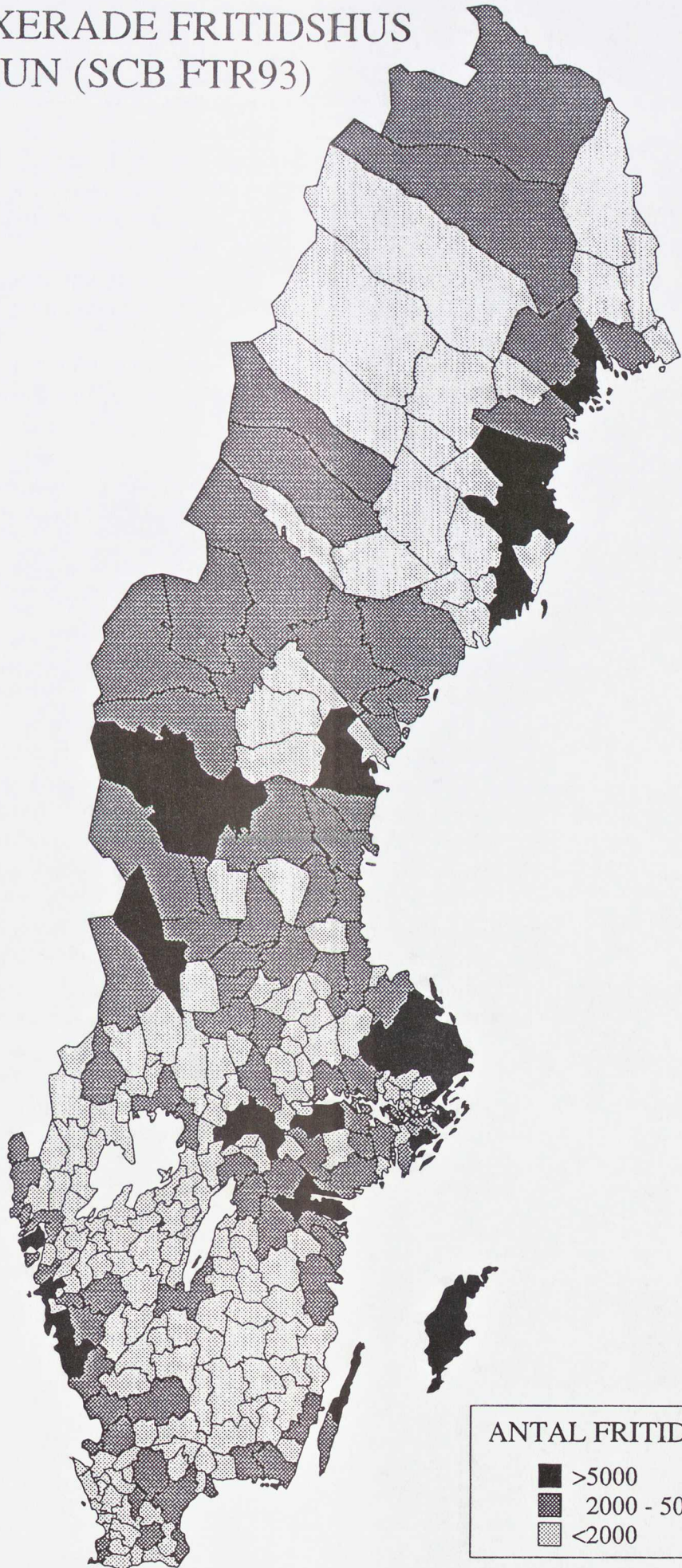


Fig E.1.2

ANTAL TAXERADE FRITIDSHUS PER KOMMUN (SCB FTR93)



E.2 Övrig grundvattenanvändning

E.2.1 Jordbrukets vattenförsörjning

I jordbruket förbrukas knappt 100 miljoner kubikmeter vatten per år för djurhållning och bevattning, enligt statistiska centralbyrån, SCB. Av dessa är 15 miljoner kubikmeter grundvatten. En utredning från jordbruksverket visar att under torrår ca 25 miljoner kubikmeter grundvatten tas ut för jordbruksbevattning. Antalet användare är ca 1 500. Bevattning med grundvatten kräver mycket god tillgång och förekommer därför mest i Skåne, där brunnar i sedimentbergarterna ofta är rikt vattengivande. Lokalt förekommer också bevattning med grundvatten i områden med kambrisk sandstensberggrund och i anslutning till större isälvsavlagringar. Fig E.2.1 (ur "Bevattning 2 000", Jordbruksverket, bil 3, SGU) visar var mera än 5 liter per sekund kan tas ut ur enstaka brunnar, vilket är en förutsättning för att bevattning med grundvatten skall kunna övervägas.

Andra användare av grundvatten för bevattning är vissa större trädgårdsanläggningar och golfbanor.

E.2.2 Industrins vattenförsörjning

Även industrin använder i viss utsträckning eget grundvatten för vissa processer. Många bryggerier baserar sin verksamhet på vatten från egna brunnar och använder vattnets egenskaper i sin marknadsföring. Totalt för industrin dominerar dock ytvatten som processvatten. Några säkra siffror för industrins användning av grundvatten har inte stått att erhålla. Från kommunala ledningsnät tas ca 120 miljoner kubikmeter per år, och bortsett från pappers-, massa- och malm- och mineralindustrin, som till helt övervägande del använder ytvatten i sina processer, produceras ungefär lika mycket från egna vattentäkter. En stor del av detta används i verksamheter med höga kvalitetskrav, t ex livsmedels- och kemisk-teknisk industri. Om det försiktigtvis antas att hälften av detta senare vatten utgörs av grundvatten och att hälften av det kommunalt levererade industrivattnet är grundvatten, fås en förbrukning av grundvatten i Sveriges industri av 100 - 150 miljoner kubikmeter per år.

Områden med goda förutsättningar att utvinna mer än 5 l/s / brunn

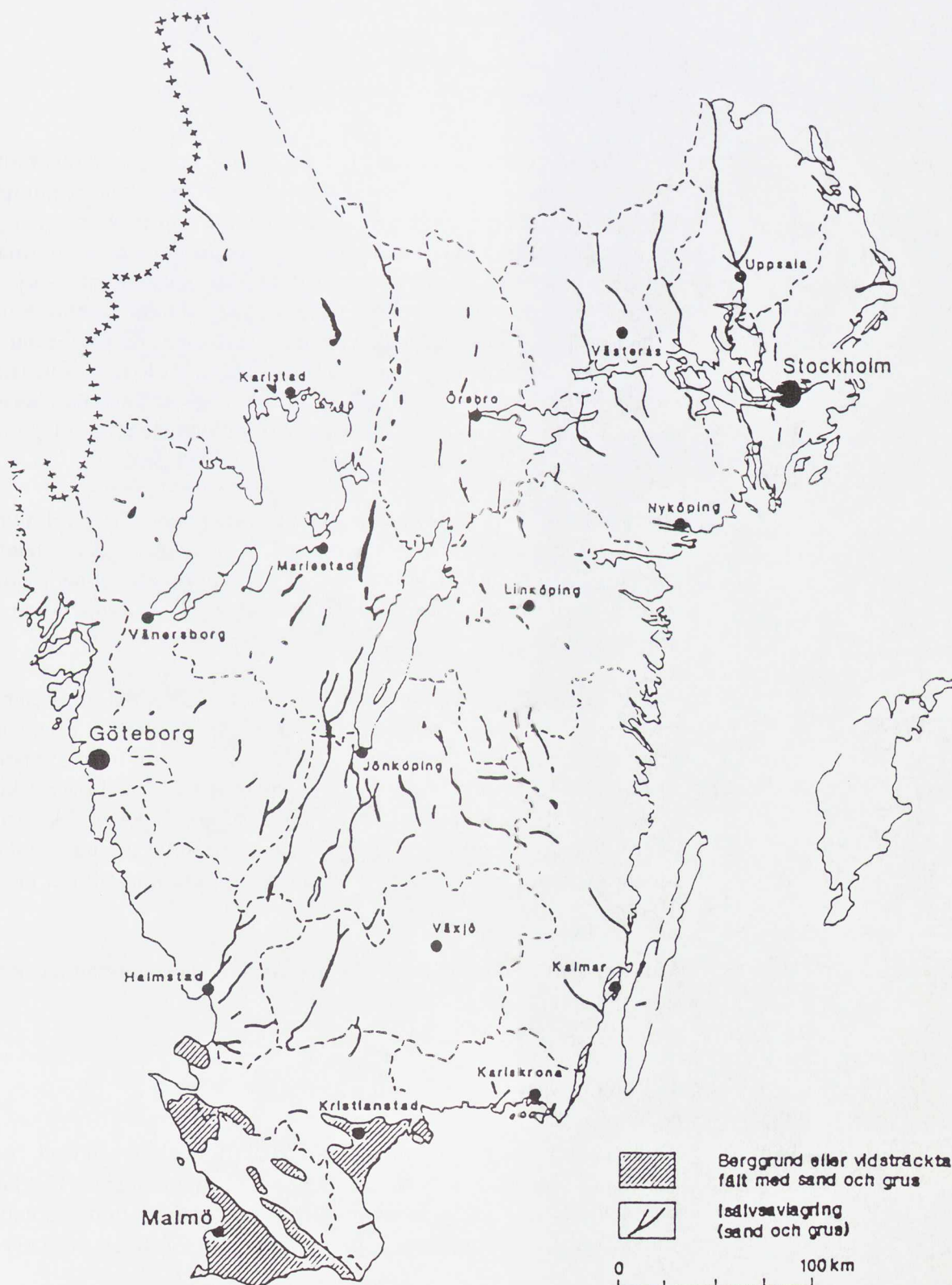


Fig E.2.1

E.2.3 Energi

Teknik för energiutvinning från mark och grundvatten utvecklades under slutet av 1970-talet och början av 1980-talet. Tekniken bygger på att med hjälp av värmepumpar omvandla markens energiinnehåll så att det blir användbart för främst uppvärmning av bostäder. Energiutvinningen bygger på två principer, nämligen:

- * Utvinning av grundvattnets energiinnehåll
- * Utvinning av markens energiinnehåll

Grundvattnets energiinnehåll är 1.1 kWh/m^3 och grad temperatur-sänkning. Utvinningen av energin går till så att grundvatten pumpas till en värmepump där värmeväxling och temperaturhöjning sker. Den grundvattenmängd som behövs för t ex uppvärmning av en normal villa är ca 30 ggr större än vad som åtgår för dricksvattenförsörjningen i samma villa. Det behövs således förhållandevis stora grundvattenmängder när grundvattnet används som energikälla. Grundvattenenergianläggningar finns främst i sådana geologiska formationer som har stora grundvattentillgångar, bl a Skånes sedimentära bergarter och sand- och grusavlagringar. Antalet grundvattenenergianläggningar är inte exakt känt men kan uppskattas till ca 2000 st.

Risker för problem och konflikter finns främst genom den relativt stora mängd grundvatten som pumpas upp men också genom hanteringen av den stora vattenmängden. Det är vanligt att det nedkylda vattnet återinfiltreras i marken eller avbördas till ett ytvattendrag eller via dagvattensystem.

Markens energiinnehåll utvinnes genom att s k kollektorer kyler marken och på så sätt startar ett värme flöde mot kollektorerna, som uppfångar och transporterar energin till en värmepump för temperaturhöjning. Kollektorerna är vanligtvis plastslangar med kylvätskor (sprit, glykol) som placeras antingen yt nära i jordlager (markvärme) eller i djupa bergborrade brunnar (kylslangsbrunnar). Antalet anläggningar av denna typ är inte heller känt men uppskattas till fler än 10 000.

Förutom nedkylning av marken kan påverkan på grundvattnet ske genom läckage av kylvätskor.

E.3 Grundvattnet som recipient

Grundvattnet används som recipient, avsiktligt och oavsiktligt, för vatten som i olika grad är förorenat eller för andra vätskor. Det kan vara nederbörd kontaminerad av luftföroreningar, avlopp, dagvatten från vägar, lakvatten från deponier eller t ex olja från en trafikolycka.

Enligt SNVs formulering av miljömålet för grundvatten skall det kunna drickas utan föregående rening. Att använda grundvattnet som recipient strider helt mot detta mål. I praktiken är det ändå så att grundvattnet mer eller mindre avsiktligt får motta föroreningar, ofta lokalt, i sådana mängder att användbarheten som dricksvatten blir starkt begränsad. Det gäller t ex användningen av gödsel- och bekämpningsmedel inom jordbruket. Spridning av vägsalt för halkbekämpning och dammbindning kan påverka små akviferer i närheten av stora vägar.

Användningen av grundvattnet som recipient innebär alltid en konflikt mellan olika intressen, främst miljö- och vattenförsörjningsintressen.

E.4 Grundvattnet i ett ekologiskt perspektiv

I det ekologiska perspektivet måste man ställa människans utnyttjande av grundvattensystemet i relation till andra intressenters behov. Hittills har människan ansetts ha en självklar förtur att utnyttja grundvattnet, men idag börjar allt fler röster höjas för ett annat synsätt. Man frågar sig vad det egentligen är som säger att människans behov i första hand ska tillgodoses. Kanske en lekplats för havsöring i en bäck, som får sitt vatten från utläckande grundvatten, är lika viktig som det kommunala vattenbehovet. Eller kanske en planerad dragning av en järnväg får stryka på foten för att den skulle komma att förändra grundvattenförhållandena och därmed inkräkta på en ovanlig flora som är beroende av utläckande kalkrikt grundvatten.

Våtmarker och grundvatten är beroende av varandra ur flera aspekter. Våtmarker med dess unika flora och fauna skulle endast undantagsvis kunna existera utan grundvatten, som till stora delar är det vatten som tillförs en våtmark. Våtmarkens beroende av grundvattnet är främst ett kvantitativt beroende. Möjligen skulle våtmarken kunna påverkas av förändrad grundvattenkvalitet men en sådan påverkan är än så länge outforskad.

Idag förbrukar vi svenskar för hushållsändamål drygt 200 liter högvärdigt vatten, till stor del grundvatten, per person och dygn. Av denna vattenmängd används 190 liter för bad, dusch, tvätt samt som transportmedium för fekalier. Endast 10 liter används i matlagning och som dryck.

I vissa kommuner har vid utbyggnad av nya bostadsområden försök gjorts att anlägga en ekologisk grundsyn - planering utifrån naturens förutsättningar. Statens naturvårdsverk avser inför det fortsatta utredningsarbetet att närmare belysa frågeställningar om hushållning med grundvatten genom kretsloppsanpassade lösningar.

F. PROBLEM I SAMBAND MED GRUNDVATTNETS MÄNGD, KVALITET OCH NYTTJANDE

F.1 Salt grundvatten

Grundvatten i Sverige har vanligtvis låga kloridhalter, mellan 1 och 30 mg/l vatten. Problem med höga kloridhalter förekommer emellertid i områden som tidigare har varit täckta av salt eller bräckt vatten efter den senaste nedisningen. Sådant så kallat relik saltvatten finns ofta kvar i låglänta områden, där omsättningen av grundvattnet är mycket långsam. I strandnära områden vid havet kan stora vattenuttag medföra inströmning av recent havsvatten till brunnarna. Nya undersökningar har vidare visat att mycket gammalt salt grundvatten förekommer på stora djup under markytan, förmodligen över hela landet.

Figur F.1.1 (ur "Grundvattnet i Sverige", SGU Ser Ah nr 17) visar de områden som någon gång efter den senaste nedisningen legat under havsytan. I större delen av detta område har ungefär 10% av de kända brunnsvattenanalyserna visat förhöjda kloridhalter, mer än 100 mg Cl/l vatten. För Skåne är procentandelen något större. På Gotland har höga salthalter konstaterats i nästan hälften av de brunnar som undersökts och rapporterats till SGU.

De främsta problemen med salt grundvatten är smaken och korrosiviteten. Att behandla ett salt grundvatten är också dyrt. Enligt livsmedelsverket ges anmärkning från teknisk synpunkt om kloridhalten överstiger 100 mg /l Cl. Anmärkningen föranleds av risken för korrosion. Överstiger salthalten 300 mg/l Cl börjar också saltsmaken ge sig till känna. Enligt dricksvattenkungörelsen innebär detta dock inte att vattnet är otjänligt. Något gränsvärde vid vilket detta inträffar finns inte angivet i facklitteraturen.

Det finns flera orsaker till att salt grundvatten tränger in i brunnarna, såsom:

- * Alltför djupt borrade brunnar.
- * Brunnar som genom vattenförande sprickor har kontakt med djupare liggande magasin med salt grundvatten.
- * Stora sötwateruttag, som i kustområden, på skärgårdsöar och i övriga områden med relik salt grundvatten medför att detta kan tränga uppåt och påverka brunnarnas vatten.

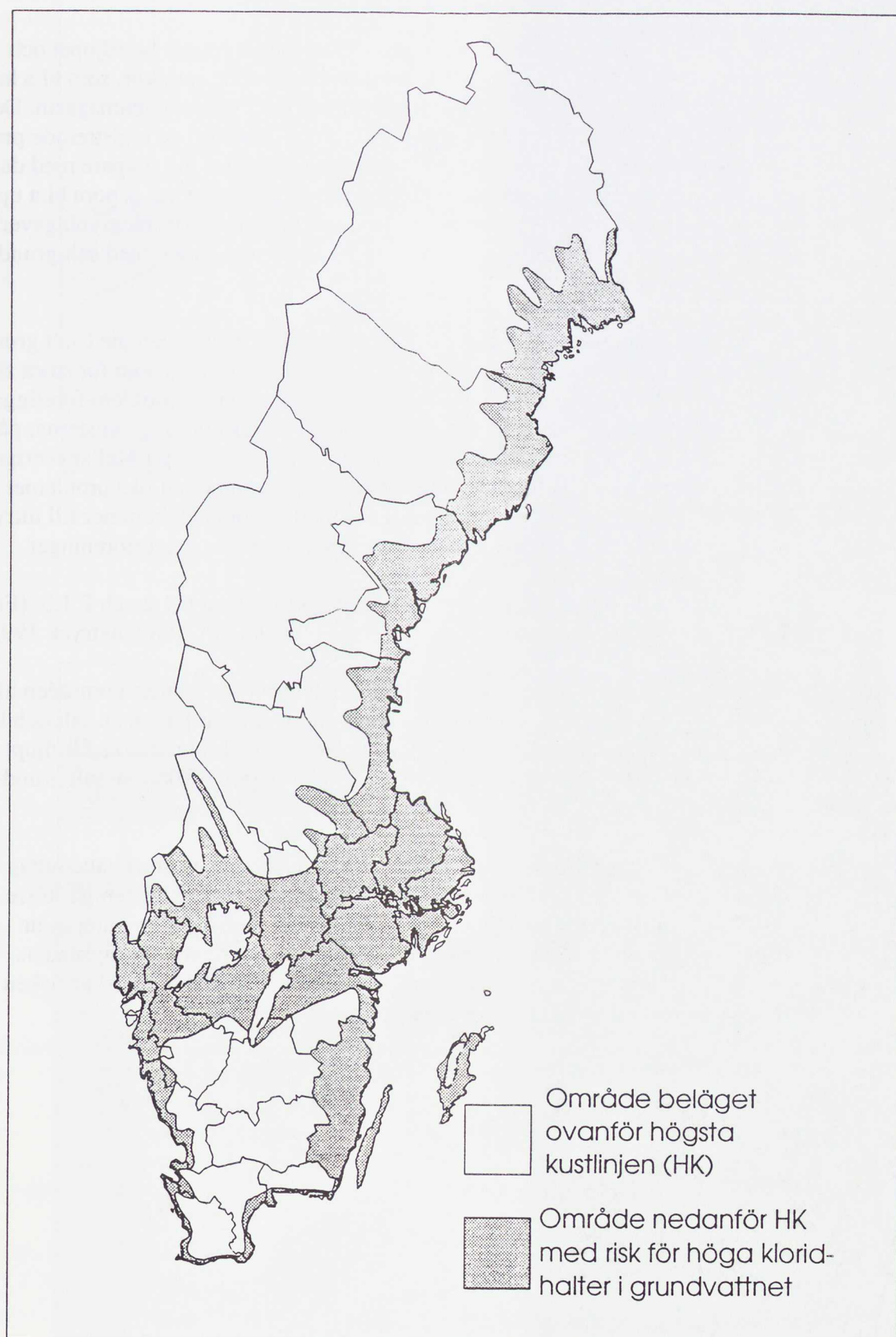


Fig. F.1.1

De vanligaste orsakerna till att problem med salt vatten i brunnar uppstår bedöms vara brunnarnas tekniska utformning och saltvatteninträngning genom för stora sötvtattenuttag.

Med en brunns tekniska utformning menas främst borrhjupet och brunnens läge i förhållande till vattenförande sprickor, som bl a kan ha förbindelse med djupare liggande salta grundvattenmagasin. Denna orsak, som bedöms som den allra vanligaste till de registrerade problemen, accentueras genom att brunnar borrar allt djupare med dagens moderna borrhjupet. Problemet är väldokumenterat genom bl a uppgifter i SGUs brunnsarkiv. Brunnsarkivet bedriver rådgivningsverksamhet för att skapa medvetenhet kring problemen med salt grundvatten.

Det är inte närmare belagt hur stor del av problemen med salt grundvatten som förorsakats av saltvatteninträngning genom för stora sötvtattenuttag. De största riskerna för denna typ av problem föreligger i områden med tätt permanent- och fritidsboende längs kusterna, på öar och i låglänta delar nära stora sjöar och vattendrag i Mellansverige. Farhågorna för att stora sötvtattenuttag kommer att öka problemet med salt grundvatten i brunnar är emellertid stora och kommer till uttryck allt oftare från kommuner och t ex sommarstuguägarföreningar.

Saltvattenproblematiken illustreras i figurena F.1.2 och F.1.3. (Från "Salt grundvatten", Länsstyrelsen i Stockholm, 1987, nytryck 1993)

Den första bilden visar ett förhållande som är vanligt i områden nära havet och på skärgårdsöar. Sött grundvatten är lättare än salt och kan sägas flyta ovanpå det salta vattnet. Om en brunn borrar för djupt i ett sådant område ökar risken för att den skall påverkas av salt grundvatten.

Figur F.1.3 illustrerar vad som kan hända vid ett stort vattenuttag vid botten av en djup brunn. Om det finns salt grundvatten på större djup höjs gränsen mellan sött och salt vatten när sötvtatten pumpas ur brunnen. Salt vatten kan då tränga in via sprickor i berggrunden. Högre placerat vattenintag och mindre vattenuttag minskar risken för att en skada skall inträffa.

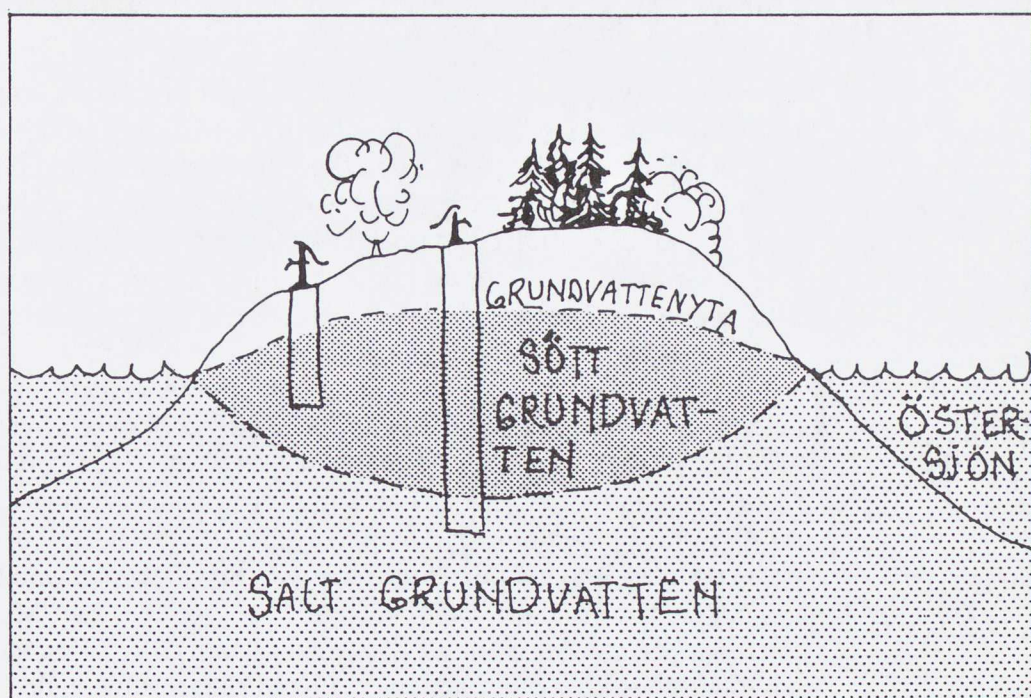


Fig. F.1.2

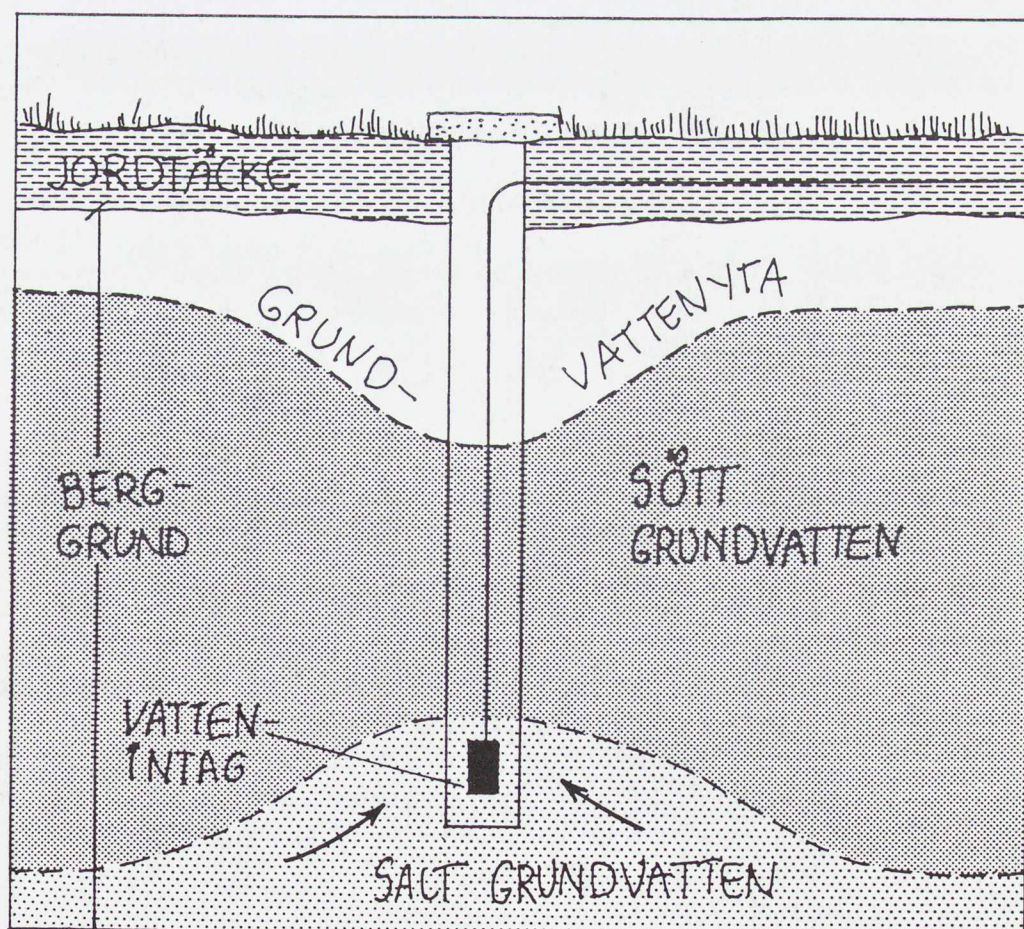


Fig. F.1.3

F.2 Försurning

Surt och försurningspåverkat grundvatten finns inom stora områden av södra Sverige (se figurerna D.1.1 och D.1.2). Surt grundvatten finns också i andra delar av landet, även om orsakerna inte alltid är helt klara. Även i områden med kalkhaltig berggrund har grundvattnets kemiska sammansättning förändrats p g a försurningen. Men i sådana områden har de för den skull inte blivit korrosiva. Korrosiviteten är den för människan mest påtagliga effekten av försurningen.

En försurningsinventering som utförts i Naturvårdsverkets regi visade att ca 70 000 brunnar för permanentboende har så korrosivt vatten att vattenledningar av koppar går sönder och att alltför höga kopparhalter erhålls i ledningsnäten. Det betyder att drygt 15% av brunnarna för permanentboende är påverkade (Bertills, U., et al., 1989, "Försurningsläget i enskilda vattentäkter i Sverige, SNV Rapport 3567). De brunnar som har för surt vatten är framför allt jordbrunnar. Men i områden med stor belastning av surt nedfall och dålig förmåga att neutralisera det sura nedfallet är även bergbrunnar påverkade (se figur D.1.1a och b).

Försurningsinventeringen av brunnar visade att kadmiumhalterna är låga i förhållande till de hygieniska gränsvärdet, däremot var kopparhalterna i nattståndet kranvatten (från kopparledningar) mycket höga. Således översteg 54% av de 630 undersökta brunnarna 1.0 mg/l och 25% översteg 3.0 mg/l. Även aluminiumhalterna har befunnits vara höga. 7% av 700 undersökta brunnar hade således halter över 0.5 mg/l och enstaka halter på upp till 2 mg/l (Bertills et al, 1989). Aluminium löses ur marken medan kopparn kommer från ledningarna.

En undersökning som utfördes av Statens livsmedelsverk i samarbete med SGU visade att ingen av de 280 brunnar som ingick i undersökningen hade vatten med kadmium- och blyhalter som översteg gränsen för vad som bedömdes som tjänligt med anmärkning (Stenström, T., 1989, "Kadmium och bly i brunns- och grundvatten". Vatten, Vol 45 no 2).

Kunskapen om försurningens effekter på sikt är emellertid alltför ofullständig varför utvecklingen bör följas med stor uppmärksamhet bl a genom fortsatt forskning.

F.3 Kväveföreningar i grundvattnet

Halterna av kväveföreningar i grundvattnet är i allmänhet mycket låga. Nitrathalterna i grundvatten i skogsekosystem är vanligen mindre än 1 mg/l. Höga halter förekommer framför allt i kommuner med stor andel jordbruksbygd, vilket framgår av kartan i figur F.3.1. Kartan är baserad på data om 9355 brunnar (uppgifter från 1982 och framåt) från brunnsarkivet.

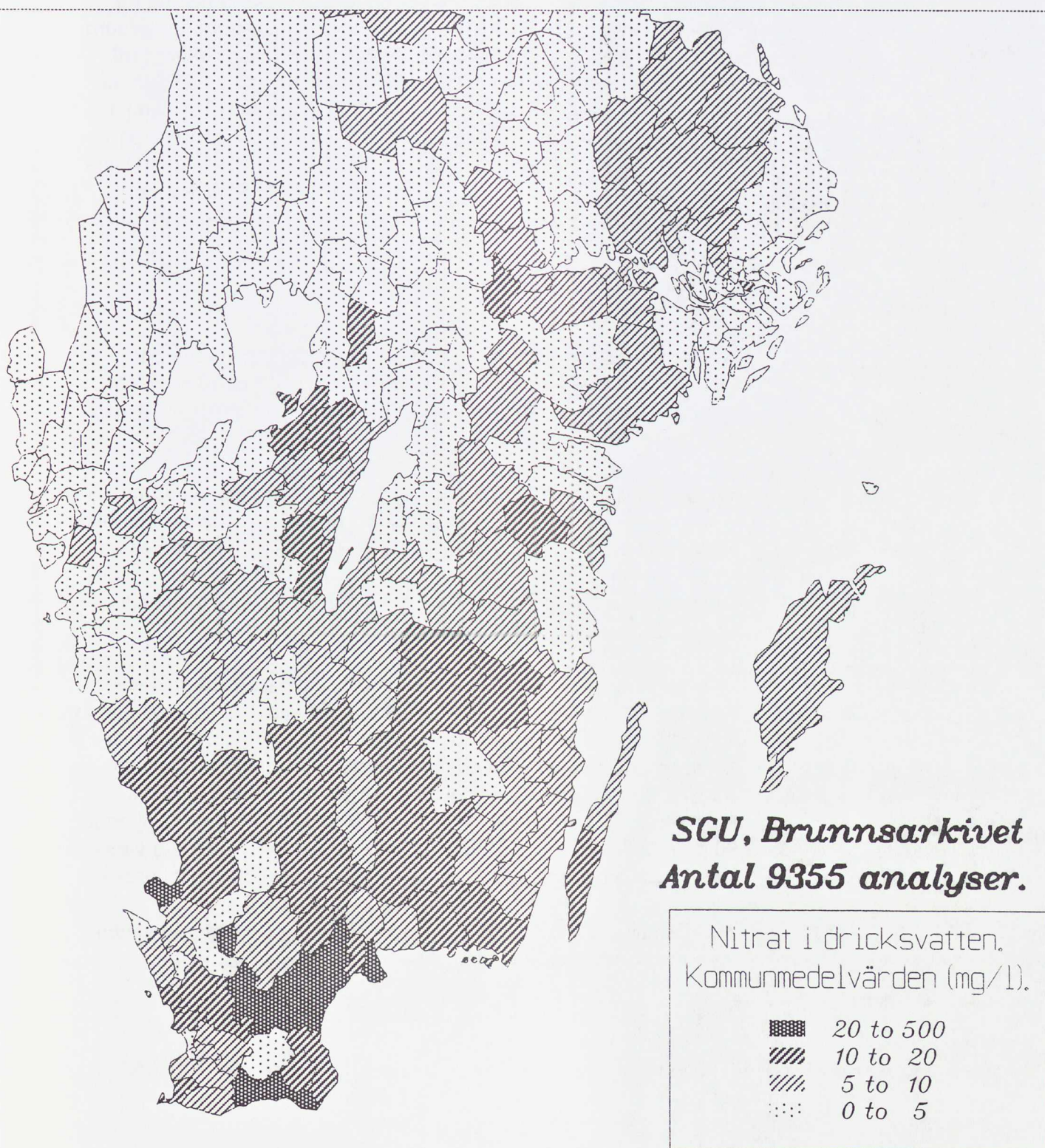


Fig. F.3.1

Att problem med höga nitrathalter inte är ett nytt problem framgår av figur F.3.2 ur den undersökning som presenterades av O. Arrhenius i "Den kemiska denudationen i Sverige," "Socker", handlingar I, band 8, häfte 11, 1954. I den landsomfattande undersökningen som genomfördes under 1940- och 50-talen i regi av Statens Institut för Folkhälsan ingick nära 10 000 enskilda brunnar. Trots att den genomfördes innan handelsgödsel i någon större utsträckning kommit till användning och det gamla växelbruket med vall fortfarande dominerade ger den i stort sett samma kartbild som den som är baserad på brunnsarkivets data. (Löfgren, S., 1992, "Jordbrukets inverkan på yt- och grundvatten: tillstånd, utveckling, orsak och verkan". Underlagsrapport till delprojektet "Eutrofiering" inom MIST. SNV Rapport 4150.). Nitrathalterna var högst i södra Sverige och avtog mot norr, med de högsta halterna i landets jordbruksområden med liten andel vinterbevuxen mark. Särskilt höga halter förekom i Skåne och i Halland.

Av brunnsarkivets data framgår att 12% av de grunda brunnarna (1 100 st) hade nitrathalter över 30 mg/l, och 5% över 50 mg/l. Om även de djupa brunnarna inkluderas blir motsvarande siffror 7% och 2% (totalt 9 548 analyser).

En sammanställning som gjordes i början av 1980-talet av nitrathalterna i ca 15 000 enskilda brunnar i ett 60-tal av landets mer tätbefolkade områden visade att ca 100 000 personer använde vatten med mer än 50 mg/l nitrat (Thoms, C. och Joelsson, A., 1982, "Nitrat i grundvattentäkter i Sverige". SNV PM 1598). Vatten med så höga halter skall inte ges till spädbarn under 1 år.

Även personer anslutna till kommunala vattentäkter konsumerar vatten med förhöjda nitrathalter. SCB har gjort en sammanställning av VAVs data över nitrathalterna i råvatten från kommunala grundvattentäkter (Johansson, C., 1992, Vattenverksstatistik. Rapport Miljöstatistik, 6s). Den visade att de flesta vattenverk i landet har låga nitrathalter (< 2mg/l) utom i Skåne och Halland, där värden upp mot 80 mg/l uppmätts. Förhöjda halter förekommer även vid vissa vattenverk i smålandslänen, Älvsborgs län, Uppsala län och Gävleborgs län.

Tabellen nedan visar hur många personer som är anslutna till vattenverk med olika nitrathalt i råvattnet.

Tabell F.3.1. Nitrathalt i kommunalt råvatten

Nitrathalt (mg/l)	Antal anslutna personer
<2	4 700 000
2 - 5	1 200 000
5 - 10	600 000
10 - 20	200 000
>20	100 000

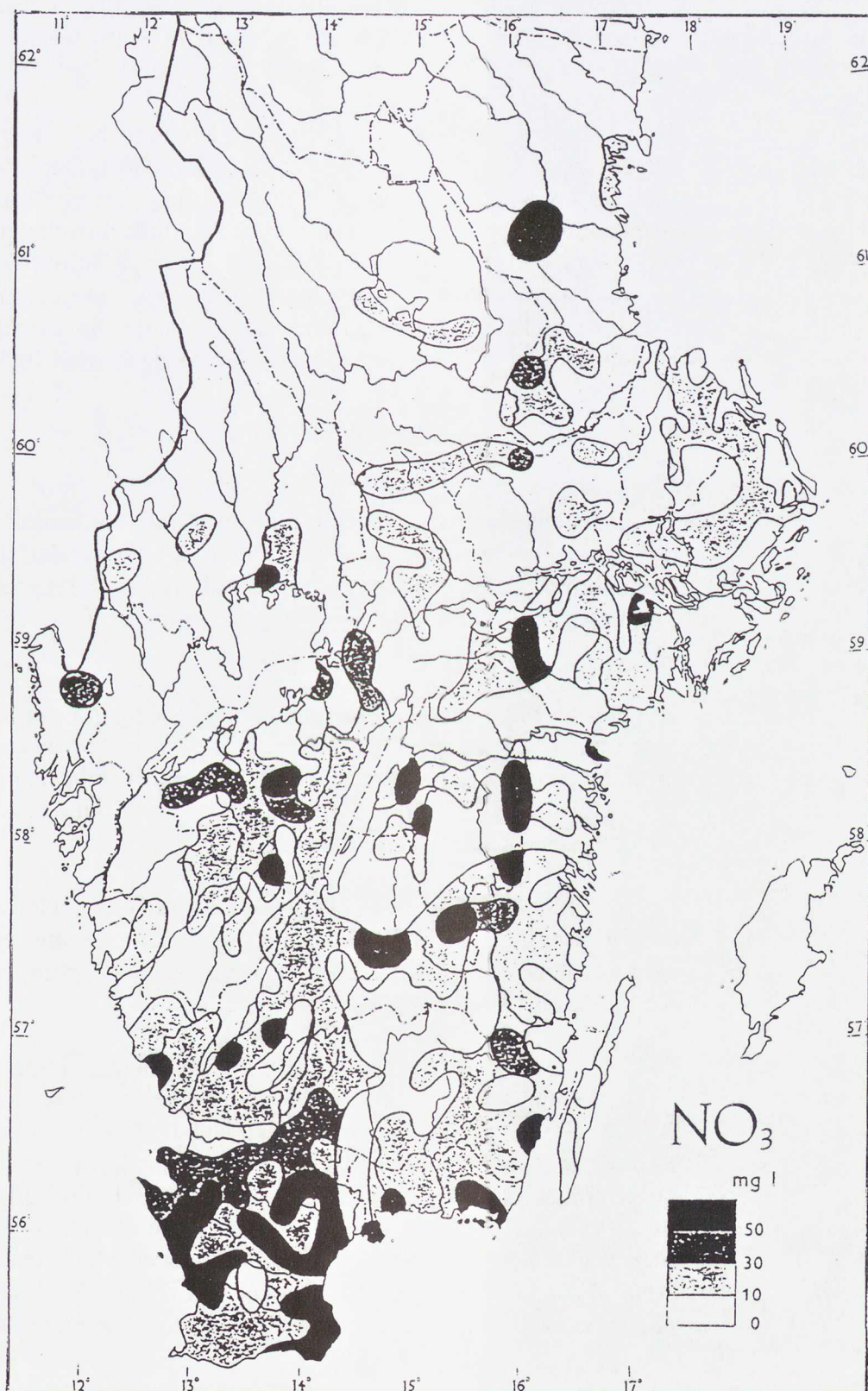


Fig. F.3.2. Nitrathalter i grundvattnet under 1940- och 1950-talen.

F.4 Järnhaltigt grundvatten

Höga järnhalter i konsumtionsvatten är förenat med framför allt tekniska problem, men järnhaltigt vatten kan även vara olämpligt för viss matlagning. Halter över 0.4 mg/l medför missfärgning av tvätt och sanitetsporslin. Det ger också lukt och smak till vattnet. Järn kan också falla ut i ledningar och bidra till igensättning.

Järn- och även manganhalterna är beroende av pH- och framför allt av tillgången på löst syre i vattnet (redoxförhållandena). Därför förekommer höga järn- och manganhalter särskilt i djupa brunnar i urbergsområden, men problem kan även förekomma i mycket grunda brunnar med bristfällig konstruktion som tillåter att humöst ytligt vatten med organiskt bundet järn tränger in. Statistik på brunnsarkivets data visar att ca 30% av alla brunnar har järnhalter som föranleder anmärkning, medan motsvarande siffra för mangan är ca 20%.

F.5 Radon i grundvattnet

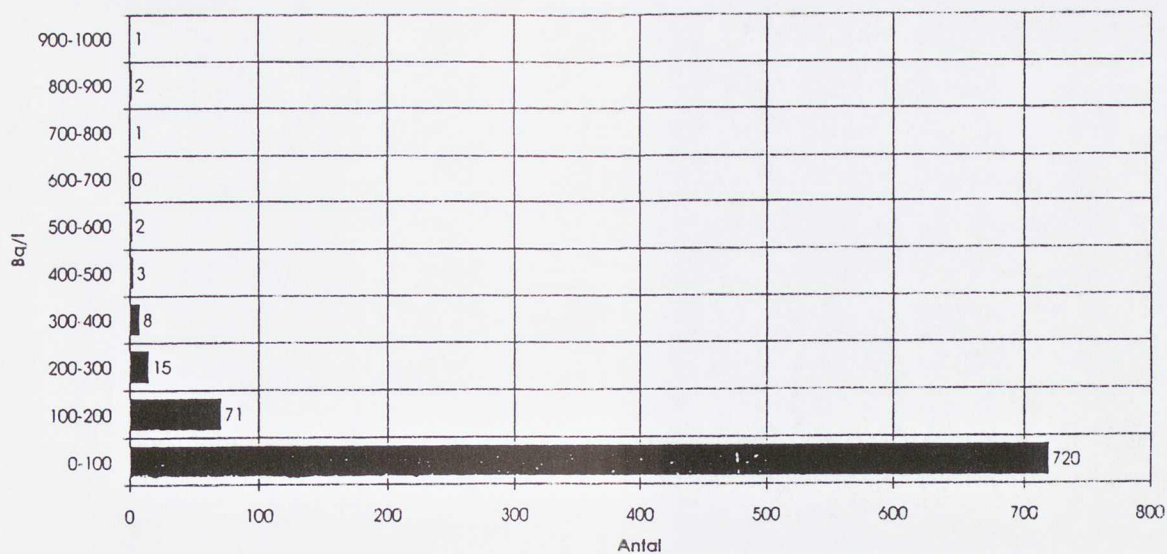
I grundvatten kan finnas radongas, huvudsakligen som radon-222. Radongas som frigörs från vatten till inomhusluften sönderfaller i radondöttrar. Dessa kan efter inandning öka risken för lungcancer. Även förtäring av radonhaltigt vatten anses numera utgöra en hälsorisk.

Höga halter radioaktivitet förekommer huvudsakligen i magmatiska bergarter och i synnerhet i unga graniter, pegmatiter, syeniter och porfyryer. Höga halter av radon har särskilt påträffats i Bohuslän, Blekinge och i Mellansverige. Uppspruckna krosszoner i berggrunden utgör riskområden för höga radonhalter.

Grävda brunnar möjliggör att radongasen i vattnet kan avluftas. Halterna är därför i regel låga, medan de är högre i djupa brunnar och även i brunnar som utgörs av rörspetsar neddrivna till grundvattenförande lager genom tätande lera.

De data om radonhalt i brunnsvatten som finns lagrade i brunnsarkivet (1 191 brunnar) visar att ungefär 10% har halter överstigande 500 Bq/l (Becquerel per liter vatten), medan ungefär 4% överskrider 1 000 Bq/l. En undersökning från 1980-talet visade att så mycket som 15% av enskilda brunnar i berg hade en radonhalt över 1 000 Bq/l och 5% över 2 000 Bq/l (Nylund, Th., 1987, "Radon i grundvatten - Ett planeringsproblem?" KTH, inst f kulturteknik, Meddelande Trita-Kut 3036). Diagrammen i figur F.5 visar den stora skillnaden i haltfördelningen av radon i jord- och bergbrunnar (data från brunnsarkivet).

Radon i jordbrunnar



Radon i bergbrunnar

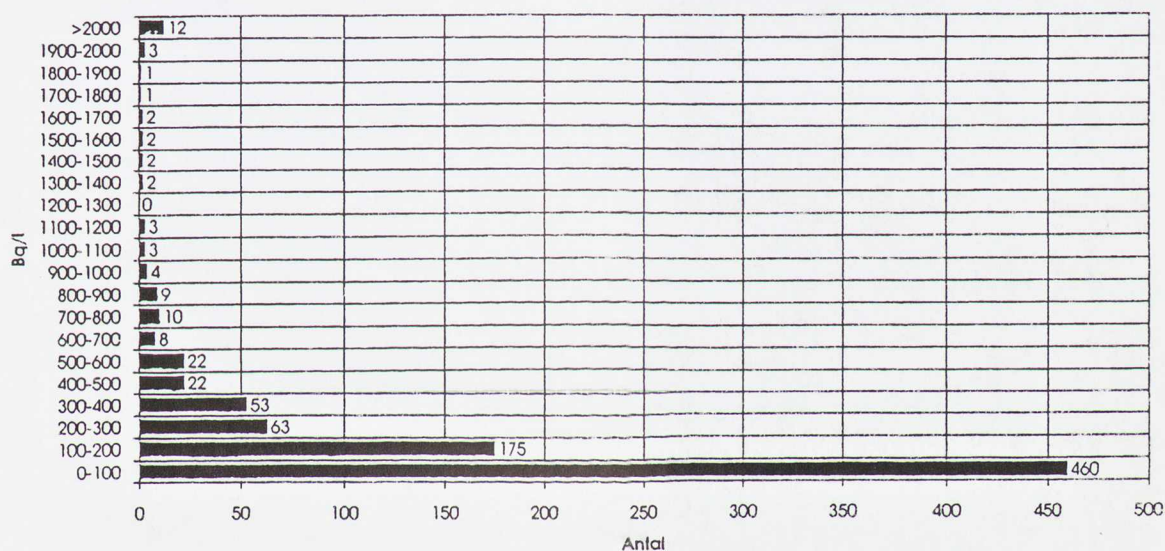


Fig. F.5

F.6 Svavelväte

Svavelväte är en giftig gas, som bara förekommer under mycket syrefattiga (reducerande) förhållanden. Den ger en obehaglig lukt av ruttna ägg.

Svavelväte i brunnsvatten har blivit ett allt vanligare problem. Varför utvecklingen är sådan är inte tillräckligt utrett. Svavelväte analyseras vanligen inte, men redan mycket låga halter ger den karaktäristiska lukten, som avslöjar dess närvaro. I brunnssarkivet har 104 observationer registrerats. De är med få undantag lokaliserade till områden med sedimentär berggrund (se figur F.6), som kan ha relativt höga halter svavel. Ibland kan höga svavelhalter i berggrunden förklara de höga halterna, men förekomsten i urberg är ibland svårförklarlig.

Svavelväte konstaterat i brunnsuppgifter
SGU, Brunnarkivet
104 observationer

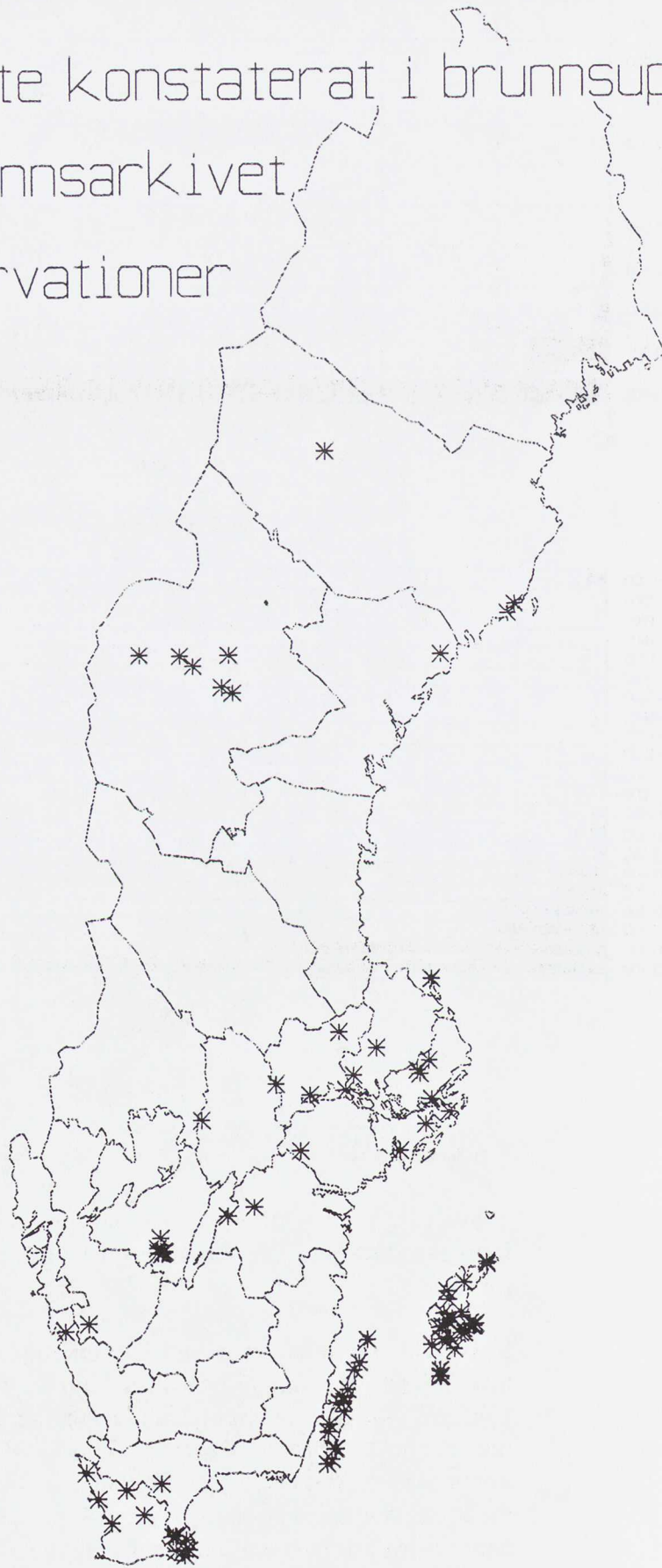


Fig F.6

F.7 Fluorid

Fluorid förekommer alltid i grundvatten i varierande halter. Halterna är geokemiskt betingade. Dricksvatten med halter mellan 0.75 och 1.5 mg/l vatten anses i vårt land ge skydd mot karies (tandträta), medan halter som överstiger 1.5 mg/l kan ge fläckar på tandemaljen hos småbarn. Halter under 0.75 mg/l ger inget eller ett mycket litet skydd mot tandträta. Halter över 6 mg/l innebär risk för skelettskador. Vatten med så höga halter klassas som otjänliga.

Grundvatten i Sverige har i allmänhet låga fluoridhalter. Enligt uppgifter från brunnsarkivet har 54% av 9 584 undersökta brunnar halter som understiger 0.8 mg/l (se figur F.7.1), medan endast 24% faller inom det haltintervall (0.8 till 1.5 mg/l) som ger kariesprofylax (se figur F.7.2). Halter över 1.5 mg/l förekommer i 22% av brunnarna, medan endast 13% har halter över 2.0 mg/l (se figur F.7.3).

Generellt förekommer grundvatten med förhöjda fluoridhalter i områden med unga graniter och pegmatiter, där förekomsten av flusspat och fluorapatit lokalt kan ge skadligt höga halter. Höga halter brukar förekomma i bergborrade brunnar med mjukt vatten och högt pH, medan jordbrunnar sällan ger vatten med tillräckligt höga halter för att ge skydd mot karies.

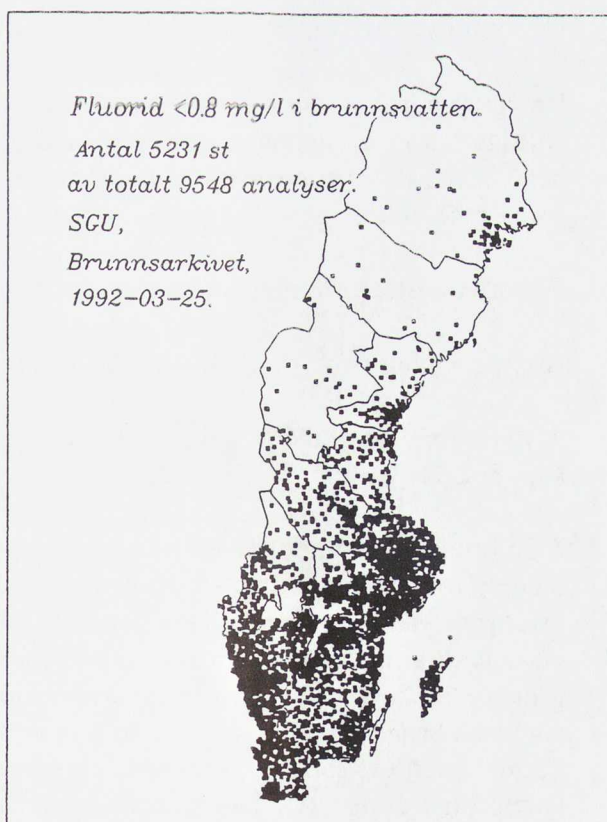


Fig. F.7.1

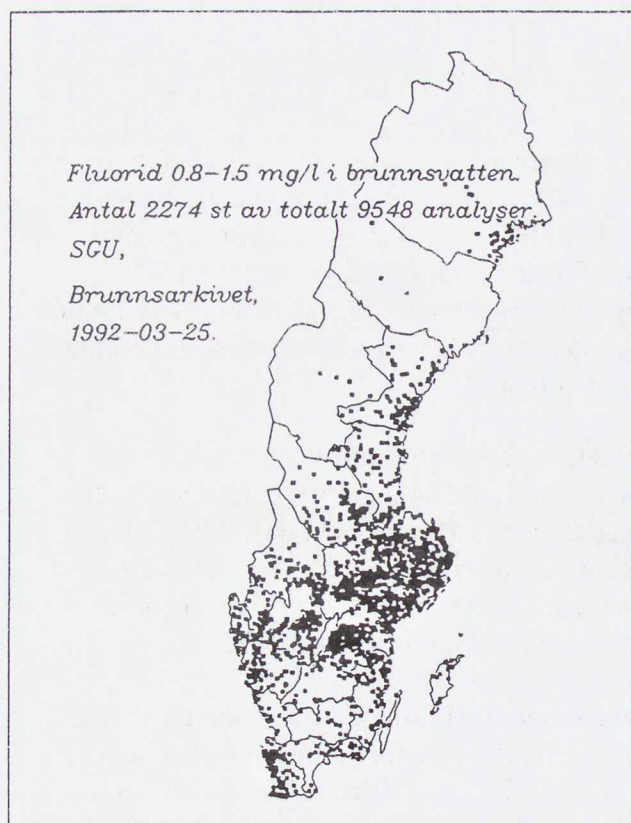


Fig. F.7.2

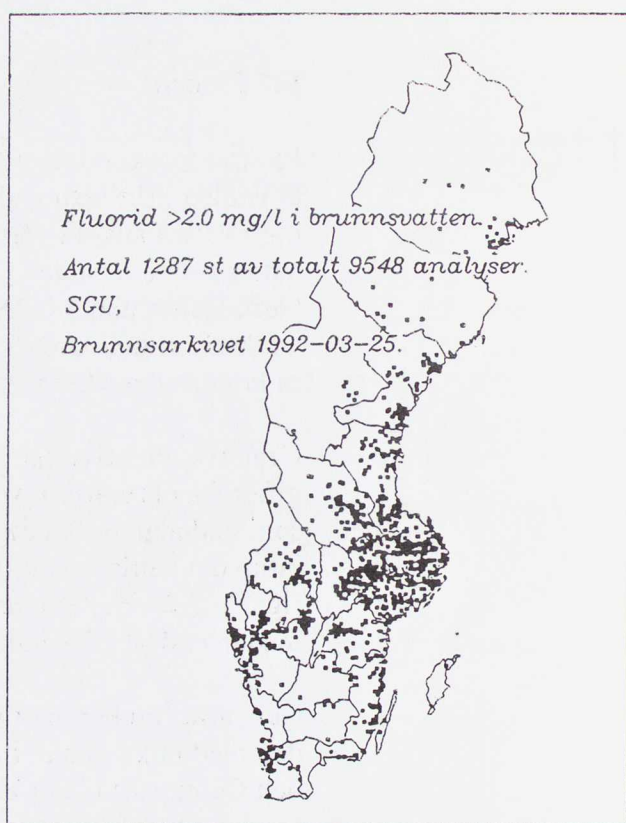


Fig. F.7.3

F.8 Områden där brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning föreligger eller förväntas kunna uppstå.

En *brist* på grundvatten för enskild vattenförsörjning kan sägas uppstå antingen då den tillgängliga *vattenmängden är för liten* för ett rimligt behov eller då *vattnets kvalitet omöjliggör användningen* av vattnet som dricksvatten.

För liten vattenmängd

Brist på vatten i en brunn kan ha olika orsaker:

* Markområden dräneras vid t ex vägbyggen, dikningsföretag mm (se kap. D 2.1)

* En brunn tar vattnet från en annan brunn. För att belägga detta måste man uppvisa att ett hydrauliskt samband föreligger mellan brunnarna. Det krävs vanligen ett relativt omfattande arbete för att säkert belägga ett sådant samband även om man ofta på mer eller mindre sannolika grunder kan bedöma detta. Om en brunn sinat på grund av uttaget ur en annan brunn ligger båda brunnarna i samma grundvattenförekomst. Grundvattenförekomsten, som båda parter är beroende av för sin vattenförsörjning, styrs inte av fastighetsgränser. Det förefaller därför rimligt att söka lösa konflikten så att parterna enas om hur de samfällt skall utnyttja den gemensamma resursen på bästa möjliga sätt.

* Brunnen har sinat under en period utan eller med endast liten grundvattenbildning. Detta är vanligt främst i vattentäkter belägna i ytliga och små grundvattenmagasin, vanligen grävda brunnar. Man har helt enkelt använt mera vatten än vad som funnits i det för brunnen tillgängliga grundvattenmagasinet. Det förekommer att ägare till sinade brunnar lägger skulden för detta på grannen fast orsaken till problemet är naturliga förhållanden samt den egna vattenanvändningen. ***Den helt dominerande orsaken till vattenbrist bedöms vara naturliga variationer i grundvattenbildningen. Det är brunnen i sig själv som utgör begränsningen, inte mängden grundvatten.*** Problemet löses vanligen genom anläggning av en ny brunn.

* Brunnen sinar för att man tar ut mer vatten än vad som rinner till. Orsaken till detta kan vara att brunnskapaciteten är för liten eller att tillrinningsområdet (grundvattenbildningsområdet) är för litet. Ökad egen användning av vatten kan också medföra att man hamnar i en bristsituation. Brunnskapaciteten är beroende av markens porositet eller sprickvolym. Dessa faktorer reglerar den möjliga tillrinningen. I berggrund kan man med högtrycksspolning (=hydraulisk uppspräckning) eller sprängning öka tillrinningen genom att man vidgar sprickor eller når nya vattenförande sprickor. I jordlager kan förbättringar göras av brunnsutformningen (t ex filterbrunnar) för att öka tillrinningen.

Av ovanstående framgår att ***brist på grundvatten*** för enskild vattenförsörjning är ett ***relativt begrepp***.

I flera områden i Sverige, främst i kustområden, upplever man att brist på grundvatten föreligger. Huruvida bristen faktiskt beror på för liten grundvattenvolym är i allmänhet inte närmare klarlagt. Det finns därför inte underlag att närmare kvantifiera en eventuell bristsituation i detta hänseende. Generella bedömningar (vattenbalansberäkningar och beräkningar av grundvattenmagasinet storlek) i samband med grundvattenuttag för enskild vattenförsörjning anger emellertid att brist kan uppstå särskilt inom grundvattenförekomster som utnyttjas av en stor andel permanentboende och fritidsboende med enskild vattenförsörjning. I fortsättningen behandlas frågan därför med utgångspunkt i ***risker för att brist på volymen grundvatten för enskild vattenförsörjning kan uppstå.***

De faktorer som utgör grund för detta är:

- * Områden med liten grundvattenbildning
- * Områden där grundvattenförekomsterna är små
- * Områden där användningen av grundvatten för enskild vattenförsörjning är stor.

Risken för att bristsituationer ska kunna uppstå är givetvis störst i områden där ovannämnda faktorer samverkar.

I Sveriges östra delar är nederbördsmängderna förhållandevis små (ca 600 mm/år) i jämförelse med övriga Sverige (ca 700 - 1200 mm/år). Detta innebär också sämre förutsättningar för grundvattenbildning i de östligaste landskapen, särskilt i kustområdena.

De geologiska miljöer från vilka grundvatten utvinnes för enskild vattenförsörjning är främst berggrund och morän. Enskilt boende på stora grundvattenförekomster (t ex sand- och grusavlagringar) bedöms utgöra endast en mindre del. Moränerna kan generellt sägas ge begränsade möjligheter till en stabil grundvattenförsörjning såväl kvantitativt som kvalitativt. En mycket stor andel av brunnarna för enskild vattenförsörjning anläggs därför numera i berggrunden. Områden med små grundvattenförekomster i berggrunden är därför också sådana där särskild risk för brist på vatten för enskild vattenförsörjning kan föreligga. Sådana områden finns främst i Upplands, Stockholms, Södermanlands, Östergötlands, Göteborgs och Bohus och Blekinge län (se figur C.3.1-2).

I kommuner som har stor andel boende med enskild vattenförsörjning och ett stort fritidsboende, t ex Norrtälje kommun, är risken för att brist på vatten för enskild vattenförsörjning kan uppstå i vissa områden särskilt stor. Genom statistik från VAV och SCB ges en förhållandevis god bild av enskild vattenförsörjning vid permanent- och fritidsboende (fig. E.1.2 och E.1.3 samt bilagorna 1 - 3).

Situationer med brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning bedöms endast kunna uppstå i **begränsade områden inom kommunerna** och då i någon eller några grundvattenförekomster. Risken bedöms vara särskilt stor vid ett tätt permanent- och fritidsboende utan kommunal vattenförsörjning.

Sammanfattningsvis bedöms att risken för brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning finns främst längs våra kuster och skärgårdsöar i allmänhet samt särskilt i Upplands, Stockholms, Södermanlands, Östergötlands, Göteborgs och Bohus och Blekinge län samt på Gotland och Öland.

Brist på vatten genom dålig vattenkvalitet

Problem med vattenkvalitet i enskilda brunnar måste betecknas som mycket vanliga. Vattenkvalitetsproblem kan ha sitt ursprung i

- * naturliga förhållanden i marken
- * av människan påverkade förhållanden.

Vattenkvalitetsproblem pga av **naturliga förhållanden** i marken kan t ex vara höga järn-, mangan-, fluorid-, kalk-, tungmetall- eller radonhalter. Salt grundvatten är också naturligt förekommande - problemet uppstår genom felaktig anläggning av brunnen eller genom för stora

uttag av sött grundvatten. Ett grundvatten kan också vara surt, av naturliga orsaker i form av att den geologiska miljön är sur. Problemen åtgärdas vanligen genom att man på olika sätt behandlar vattnet. Beträffande salt vatten låter sig dock detta ännu så länge inte göra inom rimliga ekonomiska gränser.

De kvalitetsproblem som kan uppstå på grund av **människans påverkan** är mångskiftande. Man kan strukturera detta i två huvudkategorier, nämligen regional påverkan och lokal påverkan. (se kapitel D). Till den första kategorin hör luftföroreningar (försurning, tungmetaller m m) och markanvändning av typ skogsbruk, jordbruk och tätbebyggda områden, och till den andra bl a avloppsinfiltration, deponier, förorenad mark och olyckor.

När det gäller föroreningspåverkan på brunnar gäller som grundregel att man i första hand angriper orsaken till föroreningen. Om inte det låter sig göras behandlar man vattnet, ger brunnen ett bättre tekniskt skydd mot föroreningar eller finner ett nytt läge för sin vattentäkt.

En av de vanligaste orsakerna till förorening i enskilda brunnar är att ytvatten eller ett ytligt grundvatten tillåts rinna in i brunnen samt att smådjur eller insekter (t ex möss, grodor, maskar) tar sig in i den. Många av de befintliga brunnarna har för dålig teknisk konstruktion för att hindra de nämnda typerna av föroreningar. Brunnens närområde samt brunnskonstruktionen behöver i många fall ses över och åtgärdas. En mycket stor del av nyanläggning av brunnar görs därför att den gamla brunnen har dålig vattenkvalitet eller kan sina. Nya brunnar utförda av seriösa brunnborrare får oftast ett gott skydd genom den teknik som tillämpas idag. Det finns emellertid inte några normer på detta område, ej heller fastställda tekniska allmänna råd.

Brist på möjligheter till grundvattenförsörjning på grund av att grundvattenkvaliteten är för dålig för att kunna användas för enskild vattenförsörjning kan definieras på följande sätt:

Bristande möjligheter till grundvattenförsörjning för enskild vattenförsörjning föreligger när grundvattnet är av sådan kvalitet att det ej kan behandlas till godtagbar dricksvattenkvalitet för en rimlig kostnad och när möjligheter för annan grundvattenutvinning inte föreligger.

Med ovanstående definition som grund bedöms att det främst är salt grundvatten som kan ge upphov till sådan brist (se kapitel F.1). Skälet till bedömningen är svårigheterna att behandla sådant vatten och de höga kostnaderna för detta. Andra problem som är svårlösta och kan uppträda i sådan utsträckning att definitionen kan tillämpas är förekomsten av kväve-, järn- och manganföreningar. Förhöjda kvävehalter kan bl a uppstå genom jordbruksaktiviteter och

avloppsinfiltration och kan påverka större områden och hela grundvattenförekomster. Måttligt järn- och manganhaltiga vatten är vanligt förekommande i hela Sverige men går i regel att behandla med gott resultat med vedertagen teknik och till rimliga kostnader. Järn och mangan i mycket höga halter i grundvattnet, vilket förekommer på sina håll, gör däremot att vattnet inte kan behandlas på ett tillfredsställande sätt.

Brist på grundvatten för enskild vattenförsörjning på grund av dålig grundvattenkvalitet kan enligt ovan anses föreligga i begränsade områden främst längs kusterna, på öar och i låglänta delar nära stora sjöar och vattendrag i Mellansverige (salt grundvatten), i delar av jordbruksintensiva regioner (kvävehaltiga vatten) samt ställvis i hela landet (mycket höga järn- och manganhalter).

Risken för att vattenbrist av kvalitetsskäl ska kunna uppstå i större omfattning än vad som för närvarande är fallet hör samman dels med den mänskliga påverkan på grundvattnet (se kapitel D) och dels med ökat uttag av grundvatten för enskild vattenförsörjning (avloppsinfiltration, se kapitel D.2.3; salt grundvatten, se kapitel F.1).

BILAGOR

1. Typ av vattenförsörjning för permanent boende i småhusfastigheter enligt fastighetstaxeringen. SCB 1993

2. Typ av vattenförsörjning för fritidsfastigheter enligt fastighetstaxeringen. SCB 1993.

3. Typ av vattenförsörjning för folkbokförda innevånare inom kommunerna enligt VAV 1992.

Tabell

Typ av vattenförsörjning för permanent boende i småhusfastigheter
enligt fastighetstaxeringen: SCB 1993

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN		ÖVRIGT	
	ANTAL	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT
UPPLANDS VÄSBY	4758	4524	95,1	207	4,4	27	0,6
VALLENTUNA	4507	3460	76,8	977	21,7	70	1,6
ÖSTERÅKER	6942	5408	77,9	1419	20,4	115	1,7
VÄRMDÖ	4805	2007	41,8	2560	53,3	238	5,0
JÄRFÄLLA	8643	8554	99,0	78	0,9	11	0,1
EKERÖ	4714	3239	68,7	1358	28,8	117	2,5
HUDDINGE	12164	11580	95,2	511	4,2	73	0,6
BOTKYRKA	8332	7915	95,0	342	4,1	75	0,9
SALEM	2493	2335	93,7	134	5,4	24	1,0
HANINGE	8973	7720	86,0	1105	12,3	148	1,6
TYRESÖ	6369	5719	89,8	597	9,4	53	0,8
UPPLANDS-BRO	2893	2396	82,8	462	16,0	35	1,2
TÄBY	11479	11217	97,7	236	2,1	26	0,2
DANDERYD	6234	6204	99,5	16	0,3	14	0,2
SOLLENTUNA	9395	9285	98,8	87	0,9	23	0,2
STOCKHOLM	39777	39688	99,8	43	0,1	46	0,1
SÖDERTÄLJE	8694	7185	82,6	1419	16,3	90	1,0
NACKA	10589	9173	86,6	1291	12,2	125	1,2
SUNDBYBERG	803	799	99,5	0	0,0	4	0,5
SOLNA	465	462	99,4	2	0,4	1	0,2
LIDINGÖ	6259	6124	97,8	103	1,6	32	0,5
VAXHOLM	1340	897	66,9	399	29,8	44	3,3
NORRTÄLJE	10016	4562	45,5	5040	50,3	414	4,1
SIGTUNA	4078	2960	72,6	1076	26,4	42	1,0
NYNÄSHAMN	3679	2633	71,6	952	25,9	94	2,6
HÄBO	3876	3336	86,1	520	13,4	20	0,5
ÄLVKARLEBY	2585	2523	97,6	50	1,9	12	0,5
TIERP	4721	2932	62,1	1652	35,0	137	2,9
UPPSALA	21034	14349	68,2	6432	30,6	253	1,2
ENKÖPING	6342	3908	61,6	2302	36,3	132	2,1
ÖSTHAMMAR	4940	3074	62,2	1685	34,1	181	3,7
VINGÅKER	2245	1600	71,3	599	26,7	46	2,0
GNESTA	1914	1282	67,0	581	30,4	51	2,7
NYKÖPING	7304	5557	76,1	1569	21,5	178	2,4
OXELÖSUND	2059	2025	98,3	26	1,3	8	0,4
FLEN	3528	2668	75,6	798	22,6	62	1,8
KATRINEHOLM	5600	4315	77,1	1196	21,4	89	1,6
ESKILSTUNA	12519	10053	80,3	2340	18,7	126	1,0
STRÄNGNÄS	5292	3779	71,4	1380	26,1	133	2,5
TROSA	2301	1850	80,4	424	18,4	27	1,2
ÖDESHÖG	1458	1007	69,1	404	27,7	47	3,2
YDRE	1045	646	61,8	363	34,7	36	3,4
KINDA	2262	1563	69,1	620	27,4	79	3,5
BOXHOLM	1311	987	75,3	304	23,2	20	1,5
ÄTVIDABERG	2915	2205	75,6	652	22,4	58	2,0

ANTAL SMÅHUS FÖR PERMANENT BOENDE

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN	ENSKILT VATTEN	ÖVRIGT			
	ANTAL	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT
FINSPÅNG	4281	3224	75,3	961	22,4	96	2,2
VALDEMARSVIK	2075	1371	66,1	637	30,7	67	3,2
LINKÖPING	17058	14353	84,1	2507	14,7	198	1,2
NORRKÖPING	15687	12938	82,5	2490	15,9	259	1,7
SÖDERKÖPING	2764	1512	54,7	1164	42,1	88	3,2
MOTALA	8324	6933	83,3	1277	15,3	114	1,4
VADSTENA	1512	1187	78,5	312	20,6	13	0,9
MJÖLBY	5056	3898	77,1	1094	21,6	64	1,3
ANEBY	1631	1170	71,7	423	25,9	38	2,3
GNOSJÖ	2129	1643	77,2	469	22,0	17	0,8
GISLAVED	6356	5250	82,6	1047	16,5	59	0,9
VAGGERYD	2961	2439	82,4	487	16,4	35	1,2
JÖNKÖPING	18657	16442	88,1	2097	11,2	118	0,6
NÄSSJÖ	6399	5295	82,7	1051	16,4	53	0,8
VÄRNAME	6303	5077	80,5	1163	18,5	63	1,0
SÄVSJÖ	2644	2154	81,5	459	17,4	31	1,2
VETLANDA	6389	5156	80,7	1178	18,4	55	0,9
EKSJÖ	3725	3078	82,6	606	16,3	41	1,1
TRANÅS	3285	2767	84,2	495	15,1	23	0,7
UPPVIDINGE	2963	2248	75,9	677	22,8	38	1,3
LESSEBO	2451	2167	88,4	266	10,9	18	0,7
TINGSRYD	3622	2212	61,1	1353	37,4	57	1,6
ALVESTA	4482	3309	73,8	1105	24,7	68	1,5
ÄLMHULT	3640	2459	67,6	1135	31,2	46	1,3
MARKARYD	2899	2115	73,0	761	26,3	23	0,8
VÄXJÖ	12835	10514	81,9	2227	17,4	94	0,7
LJUNGBY	5736	4069	70,9	1618	28,2	49	0,9
HÖGSBY	2198	1608	73,2	552	25,1	38	1,7
TORSÅS	2335	1207	51,7	1051	45,0	77	3,3
MÖRBYLÅNGA	4095	3122	76,2	881	21,5	92	2,2
HULTSFRED	4432	3693	83,3	673	15,2	66	1,5
MÖNSTERÅS	3533	2709	76,7	774	21,9	50	1,4
EMMABODA	2872	2188	76,2	642	22,4	42	1,5
KALMAR	10335	8369	81,0	1851	17,9	115	1,1
NYBRO	5045	3929	77,9	1034	20,5	82	1,6
OSCARSHAMN	5910	4630	78,3	1136	19,2	144	2,4
VÄSTERVIK	8456	6759	79,9	1503	17,8	194	2,3
VIMMERBY	3620	2740	75,7	831	23,0	49	1,4
BORGHOLM	3387	2313	68,3	965	28,5	109	3,2
GOTLAND	11238	6025	53,6	4970	44,2	243	2,2
OLOFSTRÖM	3815	2811	73,7	952	25,0	52	1,4
KARLSKRONA	13114	8239	62,8	4558	34,8	317	2,4
RONNEBY	7819	6103	78,1	1601	20,5	115	1,5
KARLSHAMN	7826	6391	81,7	1306	16,7	129	1,6
SÖLVESBORG	4738	4067	85,8	598	12,6	73	1,5
ÖSTRA GÖINGE	4016	3104	77,3	878	21,9	34	0,8
ÖRKELLJUNGA	2500	1808	72,3	668	26,7	24	1,0
TOMELILLA	3346	2376	71,0	917	27,4	53	1,6
BROMÖLLA	3549	3084	86,9	412	11,6	53	1,5

ANTAL SMÅHUS FÖR PERMANENT BOENDE

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT		ENSKILT		ÖVRIGT	
		VATTEN		VATTEN			
	ANTAL	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT
OSBY	3453	2416	70,0	998	28,9	39	1,1
PERSTORP	1481	1135	76,6	337	22,8	9	0,6
KLIPPAN	4041	2987	73,9	1004	24,8	50	1,2
ÅSTORP	3045	2889	94,9	141	4,6	15	0,5
BÅSTAD	4209	3060	72,7	1107	26,3	42	1,0
KRISTIANSTAD	16455	12610	76,6	3692	22,4	153	0,9
SIMRISHAMN	5871	4558	77,6	1259	21,4	54	0,9
ÄNGELHOLM	7546	5982	79,3	1521	20,2	43	0,6
HÄSLEHOLM	11781	9284	78,8	2396	20,3	101	0,9
SVALÖV	3392	2162	63,7	1182	34,8	48	1,4
STAFFANSTORP	4600	4345	94,5	242	5,3	13	0,3
BURLÖV	2364	2316	98,0	44	1,9	4	0,2
VELLINGE	8198	7452	90,9	700	8,5	46	0,6
BJUV	3800	3583	94,3	197	5,2	20	0,5
KÄVLINGE	5430	4428	81,5	959	17,7	43	0,8
LOMMA	4780	4599	96,2	170	3,6	11	0,2
SVEDALA	4124	3734	90,5	362	8,8	28	0,7
SKURUP	3553	3261	91,8	263	7,4	29	0,8
SJÖBO	4487	3161	70,4	1211	27,0	115	2,6
HÖRBY	3247	2060	63,4	1136	35,0	51	1,6
HÖÖR	3363	2381	70,8	951	28,3	31	0,9
MALMÖ	19442	19035	97,9	377	1,9	30	0,2
LUND	12065	10974	91,0	1056	8,8	35	0,3
LANDSKRONA	5302	4675	88,2	591	11,1	36	0,7
HELSINGBORG	14650	13523	92,3	1076	7,3	51	0,3
HÖGANÄS	6935	6355	91,6	538	7,8	42	0,6
ESLÖV	5758	4227	73,4	1491	25,9	40	0,7
YSTAD	5360	4753	88,7	571	10,7	36	0,7
TRELLEBORG	8037	6791	84,5	1192	14,8	54	0,7
HYLTE	2732	1983	72,6	720	26,4	29	1,1
HALMSTAD	17047	15270	89,6	1697	10,0	80	0,5
LAHOLM	6209	4384	70,6	1770	28,5	55	0,9
FALKENBERG	9241	7234	78,3	1912	20,7	95	1,0
VARBERG	9662	6522	67,5	3010	31,2	130	1,3
KUNGSBACKA	14629	10604	72,5	3874	26,5	151	1,0
HÄRRYDA	6191	3942	63,7	2169	35,0	80	1,3
PARTILLE	5776	5480	94,9	287	5,0	9	0,2
ÖCKERÖ	3574	3488	97,6	65	1,8	21	0,6
STENUNGSSUND	4250	2576	60,6	1589	37,4	85	2,0
TJÖRN	4378	2646	60,4	1512	34,5	220	5,0
ORUST	4293	1619	37,7	2431	56,6	243	5,7
SOTENÄS	3707	3163	85,3	480	12,9	64	1,7
MUNKEDAL	2932	1586	54,1	1257	42,9	89	3,0
TANUM	3533	1624	46,0	1746	49,4	163	4,6
GÖTEBORG	41386	37482	90,6	3703	8,9	201	0,5
MÖLNDAL	9277	8071	87,0	1160	12,5	46	0,5
KUNGÄLV	6701	3924	58,6	2642	39,4	135	2,0
LYSEKIL	3942	2710	68,7	1125	28,5	107	2,7
UDDEVALLA	8486	4902	57,8	3440	40,5	144	1,7

ANTAL SMÅHUS FÖR PERMANENT BOENDE

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN		ÖVRIGT	
	ANTAL	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT
STRÖMSTAD	2681	1241	46,3	1300	48,5	140	5,2
DALS-ED	1261	746	59,2	479	38,0	36	2,9
FÄRGELANDA	1721	1018	59,2	649	37,7	54	3,1
ALE	5486	4043	73,7	1401	25,5	42	0,8
LERUM	8449	6492	76,8	1867	22,1	90	1,1
VÄRGÅRDA	2182	940	43,1	1199	54,9	43	2,0
TRANEMO	3046	2489	81,7	529	17,4	28	0,9
ALINGÅS	6575	4543	69,1	1923	29,2	109	1,7
BENGTSFORS	3156	2249	71,3	843	26,7	64	2,0
MELLERUD	2721	1791	65,8	839	30,8	91	3,3
LILLA EDET	3381	1941	57,4	1349	39,9	91	2,7
MARK	7613	4582	60,2	2876	37,8	155	2,0
SVENLJUNGA	2694	1804	67,0	846	31,4	44	1,6
HERRLJUNGA	2066	1205	58,3	831	40,2	30	1,5
VÄNERSBORG	6951	4975	71,6	1839	26,5	137	2,0
TROLLHÄTTAN	8917	7424	83,3	1429	16,0	64	0,7
BORÅS	17771	13933	78,4	3724	21,0	114	0,6
ULRICEHAMN	5142	3492	67,9	1586	30,8	64	1,2
ÅMÅL	3127	2472	79,1	603	19,3	52	1,7
GRÄSTORP	1334	646	48,4	654	49,0	34	2,5
ESSUNGA	1315	727	55,3	555	42,2	33	2,5
MULLSJÖ	1844	1625	88,1	209	11,3	10	0,5
HABO	2179	1689	77,5	473	21,7	17	0,8
KARLSBORG	1949	1544	79,2	349	17,9	56	2,9
GULLSPÅNG	1716	1233	71,9	440	25,6	43	2,5
VARA	3912	2426	62,0	1411	36,1	75	1,9
GÖTENE	3366	2241	66,6	1066	31,7	59	1,8
TIBRO	2625	2263	86,2	346	13,2	16	0,6
TÖREBODA	2424	1413	58,3	947	39,1	64	2,6
MARIESTAD	4816	3292	68,4	1449	30,1	75	1,6
LIDKÖPING	6656	4815	72,3	1729	26,0	112	1,7
SKARA	3526	2467	70,0	1017	28,8	42	1,2
SKÖVDE	8298	6383	76,9	1845	22,2	70	0,8
HJO	2125	1674	78,8	426	20,0	25	1,2
TIDAHOLM	2951	2293	77,7	604	20,5	54	1,8
FALKÖPING	6162	4561	74,0	1512	24,5	89	1,4
KIL	2727	2040	74,8	654	24,0	33	1,2
EDA	2571	1358	52,8	1160	45,1	53	2,1
TORSBY	4122	1712	41,5	2273	55,1	137	3,3
STORFORS	1345	898	66,8	420	31,2	27	2,0
HAMMARÖ	3310	2950	89,1	309	9,3	51	1,5
MUNKFORS	1415	1310	92,6	97	6,9	8	0,6
FORSHAGA	3226	2834	87,8	366	11,3	26	0,8
GRUMS	2422	1944	80,3	456	18,8	22	0,9
ÅRJÄNG	2221	984	44,3	1160	52,2	77	3,5
SUNNE	3148	1619	51,4	1450	46,1	79	2,5
KARLSTAD	12703	10762	84,7	1832	14,4	109	0,9
KRISTINEHAMN	4883	3837	78,6	959	19,6	87	1,8
FILIPSTAD	3371	2484	73,7	812	24,1	75	2,2

ANTAL SMÅHUS FÖR PERMANENT BOENDE

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN		ÖVRIGT	
		ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT
HAGFORS	4422	2918	66,0	1390	31,4	114	2,6
ARVIKA	6107	3357	55,0	2609	42,7	141	2,3
SÄFFLE	3903	2566	65,7	1253	32,1	84	2,2
LAXÅ	1643	1286	78,3	320	19,5	37	2,3
HALLSBERG	3962	2799	70,6	1082	27,3	81	2,0
DEGERFORS	2832	2386	84,3	419	14,8	27	1,0
HÄLLEFORS	2107	1613	76,6	460	21,8	34	1,6
LJUSNARSBERG	1680	1272	75,7	365	21,7	43	2,6
ÖREBRO	17540	12462	71,0	4777	27,2	301	1,7
KUMLA	4212	3337	79,2	839	19,9	36	0,9
ASKERSUND	3149	2084	66,2	946	30,0	119	3,8
KARLSKOGA	6509	5777	88,8	671	10,3	61	0,9
NORA	2468	1788	72,4	640	25,9	40	1,6
LINDESBERG	5757	4246	73,8	1381	24,0	130	2,3
SKINNSKATTEBER	1321	862	65,3	406	30,7	53	4,0
SURAHAMMAR	2671	2459	92,1	192	7,2	20	0,7
HEBY	3381	2076	61,4	1241	36,7	64	1,9
KUNGSÖR	2010	1672	83,2	321	16,0	17	0,8
HALLSTAHAMMAR	3289	2843	86,4	421	12,8	25	0,8
NORBERG	1383	1003	72,5	343	24,8	37	2,7
VÄSTERÅS	18411	16564	90,0	1698	9,2	149	0,8
SALA	4194	2709	64,6	1404	33,5	81	1,9
FAGERSTA	2436	2144	88,0	271	11,1	21	0,9
KÖPING	4223	3266	77,3	910	21,5	47	1,1
ARBOGA	2712	2120	78,2	561	20,7	31	1,1
VANSBRO	2414	1668	69,1	662	27,4	84	3,5
MALUNG	3326	2339	70,3	893	26,8	94	2,8
GAGNEF	3347	2822	84,3	491	14,7	34	1,0
LEKSAND	3899	2905	74,5	940	24,1	54	1,4
RÄTTVIK	2905	1742	60,0	1104	38,0	59	2,0
ORSA	1882	996	52,9	832	44,2	54	2,9
ÄLVDALEN	2421	1731	71,5	607	25,1	83	3,4
SMEDJEBACKEN	3246	2345	72,2	799	24,6	102	3,1
MORA	5411	4706	87,0	560	10,3	145	2,7
FALUN	10620	7868	74,1	2626	24,7	126	1,2
BORLÄNGE	9202	8750	95,1	409	4,4	43	0,5
SÄTER	2619	2095	80,0	491	18,7	33	1,3
HEDEMORA	3818	3093	81,0	671	17,6	54	1,4
AVESTA	4957	4088	82,5	821	16,6	48	1,0
LUDVIKA	6034	5093	84,4	842	14,0	99	1,6
OCKELBO	1587	833	52,5	683	43,0	71	4,5
HOFORS	2417	1972	81,6	426	17,6	19	0,8
OVANÅKER	3062	2141	69,9	869	28,4	52	1,7
NORDANSTIG	2789	1337	47,9	1359	48,7	93	3,3
LJUSDAL	5036	3127	62,1	1837	36,5	72	1,4
GÄVLE	13102	11434	87,3	1497	11,4	171	1,3
SANDVIKEN	7772	6635	85,4	1050	13,5	87	1,1
SÖDERHAMN	6023	4633	76,9	1262	21,0	128	2,1
BOLLNÄS	6100	4136	67,8	1900	31,1	64	1,0

ANTAL SMÅHUS FÖR PERMANENT BOENDE

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN	ENSKILT VATTEN	ÖVRIGT			
	ANTAL	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT	ANTAL	PROCENT
HUDIKSVALL	7982	5255	65,8	2560	32,1	167	2,1
ÅNGE	3133	1945	62,1	1092	34,9	96	3,1
TIMRÅ	4064	3386	83,3	630	15,5	48	1,2
HÄRNÖSAND	5467	4431	81,0	975	17,8	61	1,1
SUNDSVALL	16096	13904	86,4	1976	12,3	216	1,3
KRAMFORS	6723	5506	81,9	1082	16,1	135	2,0
SOLLEFTEÅ	6492	4435	68,3	1885	29,0	172	2,6
ÖRNSKÖLDSVIK	13449	11262	83,7	2040	15,2	147	1,1
RAGUNDA	1852	862	46,5	924	49,9	66	3,6
BRÄCKE	1982	1160	58,5	761	38,4	61	3,1
KROKOM	3128	2009	64,2	1038	33,2	81	2,6
STRÖMSUND	3736	2411	64,5	1184	31,7	141	3,8
ÅRE	2200	1520	69,1	629	28,6	51	2,3
BERG	1925	1052	54,6	789	41,0	84	4,4
HÄRJEDALEN	3190	2301	72,1	813	25,5	76	2,4
ÖSTERSUND	7416	6128	82,6	1215	16,4	73	1,0
NORDMALING	1919	1439	75,0	439	22,9	41	2,1
BJURHOLM	658	348	52,9	296	45,0	14	2,1
VINDELN	1630	1041	63,9	543	33,3	46	2,8
ROBERTSFORS	1675	1384	82,6	256	15,3	35	2,1
NORSJÖ	1264	940	74,4	306	24,2	18	1,4
MALÅ	935	729	78,0	190	20,3	16	1,7
STORUMAN	1939	1311	67,6	510	26,3	118	6,1
SORSELE	867	535	61,7	301	34,7	31	3,6
DOROTEA	868	525	60,5	315	36,3	28	3,2
VÄNNÄS	1847	1370	74,2	456	24,7	21	1,1
VILHELMINA	1794	1169	65,2	519	28,9	106	5,9
ÅSELE	1088	759	69,8	291	26,7	38	3,5
UMEÅ	14157	12995	91,8	1064	7,5	98	0,7
LYCKSELE	3012	2430	80,7	502	16,7	80	2,7
SKELLEFTEÅ	14571	12113	83,1	2312	15,9	146	1,0
ARVIDSJAUR	2040	1645	80,6	358	17,5	37	1,8
ARJEPLOG	988	749	75,8	182	18,4	57	5,8
JOKKMOKK	1822	1299	71,3	454	24,9	69	3,8
ÖVERKALIX	1236	845	68,4	356	28,8	35	2,8
KALIX	5108	4619	90,4	419	8,2	70	1,4
ÖVERTORNEÅ	1516	1165	76,8	308	20,3	43	2,8
PAJALA	2257	1217	53,9	940	41,6	100	4,4
GÄLLIVARE	4781	4173	87,3	445	9,3	163	3,4
ÄLVSBYN	2491	2176	87,4	296	11,9	19	0,8
LULEÅ	11772	10350	87,9	1341	11,4	81	0,7
PITEÅ	9830	9087	92,4	660	6,7	83	0,8
BODEN	6257	5493	87,8	697	11,1	67	1,1
HAPARANDA	2205	2073	94,0	109	4,9	23	1,0
KIRUNA	4550	4070	89,5	278	6,1	202	4,4

Tabell

Typ av vattenförsörjning för fritidsfastigheter enligt
fastighetstaxeringen: SCB 1993

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN		SOMMAR- VATTEN		TILLGÅNG SAKNAS		UPPGIFT SAKNAS	
	ANTAL	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%
UPPLANDS VÄSBY	257	13	5,1	67	26,1	45	17,5	78	30,4	54	21,0
VALLENTUNA	1466	22	1,5	566	38,6	604	41,2	268	18,3	6	0,4
ÖSTERÅKER	7232	391	5,4	2242	31,0	3332	46,1	1247	17,2	20	0,3
VÄRMDÖ	15492	385	2,5	5399	34,9	6910	44,6	2742	17,7	56	0,4
JÄRFÄLLA	118	20	16,9	15	12,7	29	24,6	54	45,8	0	0,0
EKERÖ	3125	148	4,7	1009	32,3	1087	34,8	870	27,8	11	0,4
HUDDINGE	2788	119	4,3	822	29,5	975	35,0	869	31,2	3	0,1
BOTKYRKA	1956	213	10,9	453	23,2	544	27,8	735	37,6	11	0,6
SALEM	187	24	12,8	62	33,2	55	29,4	45	24,1	1	0,5
HANINGE	7129	153	2,1	2020	28,3	3540	49,7	1321	18,5	95	1,3
TYRESÖ	2328	59	2,5	837	36,0	1050	45,1	372	16,0	10	0,4
UPPLANDS-BRO	1373	148	10,8	430	31,3	470	34,2	325	23,7	0	0,0
TÄBY	312	55	17,6	37	11,9	151	48,4	69	22,1	0	0,0
DANDERYD	184	22	12,0	20	10,9	138	75,0	4	2,2	0	0,0
SOLLENTUNA	305	60	19,7	37	12,1	92	30,2	116	38,0	0	0,0
STOCKHOLM	2640	347	13,1	17	0,6	11	0,4	116	4,4	2149	81,4
SÖDERTÄLJE	4383	236	5,4	1404	32,0	1407	32,1	1219	27,8	117	2,7
NACKA	3130	134	4,3	916	29,3	1486	47,5	592	18,9	2	0,1
SUNDBYBERG	2	1	50,0	0	0,0	0	0,0	1	50,0	0	0,0
SOLNA	3	2	66,7	1	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
LIDINGÖ	334	87	26,0	26	7,8	98	29,3	39	11,7	84	25,1
VAXHOLM	2270	100	4,4	560	24,7	1261	55,6	344	15,2	5	0,2
NORRTÄLJE	25825	286	1,1	10007	38,7	11754	45,5	3666	14,2	112	0,4
SIGTUNA	776	28	3,6	360	46,4	211	27,2	168	21,6	9	1,2
NYNÄSHAMN	3556	22	0,6	1637	46,0	1311	36,9	483	13,6	103	2,9
HÄBO	1113	257	23,1	359	32,3	362	32,5	125	11,2	10	0,9
ÄLVKARLEBY	685	439	64,1	57	8,3	81	11,8	103	15,0	5	0,7
TIERP	2641	103	3,9	813	30,8	768	29,1	866	32,8	91	3,4
UPPSALA	6183	89	1,4	1928	31,2	2887	46,7	1229	19,9	50	0,8
ENKÖPING	3218	12	0,4	1012	31,4	1434	44,6	753	23,4	7	0,2
ÖSTHAMMAR	5202	146	2,8	1425	27,4	2374	45,6	1216	23,4	41	0,8
VINGÅKER	1194	110	9,2	334	28,0	334	28,0	413	34,6	3	0,3
GNESTA	2086	41	2,0	975	46,7	737	35,3	330	15,8	3	0,1
NYKÖPING	4272	264	6,2	1260	29,5	1677	39,3	1031	24,1	40	0,9
OXELÖSUND	939	14	1,5	69	7,3	633	67,4	222	23,6	1	0,1
FLEN	2795	281	10,1	1016	36,4	922	33,0	566	20,3	10	0,4
KATRINEHOLM	2394	142	5,9	790	33,0	590	24,6	820	34,3	52	2,2
ESKILSTUNA	5196	402	7,7	901	17,3	1949	37,5	1912	36,8	32	0,6
STRÄNGNÄS	3756	60	1,6	1284	34,2	1653	44,0	753	20,0	6	0,2
TROSA	1933	298	15,4	667	34,5	715	37,0	247	12,8	6	0,3
ÖDESHÖG	633	29	4,6	221	34,9	199	31,4	175	27,6	9	1,4
YDRE	942	155	16,5	215	22,8	240	25,5	326	34,6	6	0,6
KINDA	1750	59	3,4	406	23,2	511	29,2	759	43,4	15	0,9
BOXHOLM	1120	85	7,6	289	25,8	345	30,8	379	33,8	22	2,0
ÄTVIDABERG	1039	14	1,3	237	22,8	237	22,8	549	52,8	2	0,2

ANTAL FRITIDSHUS

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN	ENSKILT VATTEN	SOMMAR- VATTEN	TILLGÅNG SAKNAS	UPPGIFT SAKNAS					
	ANTAL	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%
FINSPÅNG	2124	18	0,8	482	22,7	801	37,7	798	37,6	25	1,2
VALDEMARSVIK	2435	262	10,8	534	21,9	974	40,0	645	26,5	20	0,8
LINKÖPING	4052	208	5,1	781	19,3	1504	37,1	1500	37,0	59	1,5
NORRKÖPING	6392	313	4,9	1241	19,4	2430	38,0	2283	35,7	125	2,0
SÖDERKÖPING	2427	32	1,3	731	30,1	1044	43,0	592	24,4	28	1,2
MOTALA	2520	326	12,9	711	28,2	623	24,7	841	33,4	19	0,8
VADSTENA	456	33	7,2	116	25,4	144	31,6	146	32,0	17	3,7
MJÖLBY	764	20	2,6	299	39,1	189	24,7	238	31,2	18	2,4
ANEBY	571	15	2,6	188	32,9	175	30,6	191	33,5	2	0,4
GNOSJÖ	280	9	3,2	116	41,4	73	26,1	80	28,6	2	0,7
GISLAVED	1020	25	2,5	443	43,4	188	18,4	336	32,9	28	2,7
VAGGERYD	670	8	1,2	214	31,9	213	31,8	219	32,7	16	2,4
JÖNKÖPING	3324	192	5,8	956	28,8	1086	32,7	1080	32,5	10	0,3
NÄSSJÖ	1432	12	0,8	385	26,9	564	39,4	468	32,7	3	0,2
VÄRNAMO	1164	6	0,5	388	33,3	319	27,4	444	38,1	7	0,6
SÄVSJÖ	570	8	1,4	206	36,1	131	23,0	202	35,4	23	4,0
VETLANDA	1534	47	3,1	466	30,4	336	21,9	684	44,6	1	0,1
EKSJÖ	927	22	2,4	238	25,7	245	26,4	403	43,5	19	2,0
TRANÅS	726	6	0,8	238	32,8	187	25,8	285	39,3	10	1,4
UPPVIDINGE	574	22	3,8	267	46,5	142	24,7	143	24,9	0	0,0
LESSEBO	274	22	8,0	127	46,4	44	16,1	81	29,6	0	0,0
TINGSRYD	1338	64	4,8	731	54,6	253	18,9	290	21,7	0	0,0
ALVESTA	994	41	4,1	436	43,9	187	18,8	330	33,2	0	0,0
ÄLMHULT	1132	16	1,4	721	63,7	189	16,7	200	17,7	6	0,5
MARKARYD	717	40	5,6	527	73,5	89	12,4	61	8,5	0	0,0
VÄXJÖ	1857	77	4,1	749	40,3	469	25,3	557	30,0	5	0,3
LJUNGBY	2444	148	6,1	1457	59,6	456	18,7	377	15,4	6	0,2
HÖGSBY	779	70	9,0	269	34,5	185	23,7	252	32,3	3	0,4
TORSÅS	1043	94	9,0	241	23,1	582	55,8	115	11,0	11	1,1
MÖRBYLÅNGA	3072	1064	34,6	782	25,5	754	24,5	447	14,6	25	0,8
HULTSFRED	1038	57	5,5	300	28,9	200	19,3	462	44,5	19	1,8
MÖNSTERÅS	1405	599	42,6	303	21,6	165	11,7	285	20,3	53	3,8
EMMABODA	483	19	3,9	257	53,2	63	13,0	142	29,4	2	0,4
KALMAR	2472	419	16,9	698	28,2	948	38,3	390	15,8	17	0,7
NYBRO	612	55	9,0	268	43,8	98	16,0	179	29,2	12	2,0
OSCARSHAMN	1878	130	6,9	369	19,6	888	47,3	480	25,6	11	0,6
VÄSTERVIK	4388	273	6,2	967	22,0	1851	42,2	1256	28,6	41	0,9
VIMMERBY	1102	21	1,9	328	29,8	217	19,7	529	48,0	7	0,6
BORGHOLM	5589	1900	34,0	1322	23,7	1785	31,9	551	9,9	31	0,6
GOTLAND	7904	1011	12,8	2524	31,9	2292	29,0	1796	22,7	281	3,6
OLOFSTRÖM	337	5	1,5	150	44,5	79	23,4	103	30,6	0	0,0
KARLSKRONA	4269	277	6,5	1578	37,0	1472	34,5	905	21,2	37	0,9
RONNEBY	2520	370	14,7	691	27,4	992	39,4	460	18,3	7	0,3
KARLSHAMN	1404	74	5,3	309	22,0	687	48,9	332	23,6	2	0,1
SÖLVESBORG	2582	1306	50,6	194	7,5	821	31,8	160	6,2	101	3,9
ÖSTRA GÖINGE	689	48	7,0	404	58,6	107	15,5	106	15,4	24	3,5
ÖRKELLJUNGA	1220	164	13,4	768	63,0	207	17,0	67	5,5	14	1,1
TOMELILLA	979	159	16,2	568	58,0	124	12,7	128	13,1	0	0,0
BROMÖLLA	262	68	26,0	61	23,3	35	13,4	96	36,6	2	0,8

ANTAL FRITIDSHUS

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN	ENSKILT VATTEN	SOMMAR- VATTEN	TILLGÅNG SAKNAS	UPPGIFT SAKNAS					
	ANTAL	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%
OSBY	700	25	3,6	421	60,1	137	19,6	113	16,1	4	0,6
PERSTORP	224	4	1,8	122	54,5	62	27,7	36	16,1	0	0,0
KLIPPAN	822	203	24,7	366	44,5	144	17,5	103	12,5	6	0,7
ÅSTORP	232	13	5,6	94	40,5	77	33,2	26	11,2	22	9,5
BÅSTAD	3225	2131	66,1	652	20,2	352	10,9	50	1,6	40	1,2
KRISTIANSTAD	4722	1982	42,0	1436	30,4	950	20,1	234	5,0	120	2,5
SIMRISHAMN	2590	1039	40,1	1175	45,4	298	11,5	76	2,9	2	0,1
ÄNGELHOLM	1513	604	39,9	565	37,3	236	15,6	105	6,9	3	0,2
HÄSSLEHOLM	2465	382	15,5	1410	57,2	390	15,8	278	11,3	5	0,2
SVALÖV	365	20	5,5	218	59,7	70	19,2	51	14,0	6	1,6
STAFFANSTORP	17	8	47,1	3	17,6	2	11,8	4	23,5	0	0,0
BURLÖV	9	0	0,0	1	11,1	0	0,0	0	0,0	8	88,9
VELLINGE	2608	1854	71,1	173	6,6	546	20,9	29	1,1	6	0,2
BJUV	61	21	34,4	17	27,9	7	11,5	14	23,0	2	3,3
KÄVLINGE	682	222	32,6	268	39,3	134	19,6	20	2,9	38	5,6
LOMMA	135	97	71,9	6	4,4	26	19,3	6	4,4	0	0,0
SVEDALA	177	52	29,4	80	45,2	27	15,3	17	9,6	1	0,6
SKURUP	445	291	65,4	84	18,9	56	12,6	13	2,9	1	0,2
SJÖBO	2106	223	10,6	1034	49,1	437	20,8	187	8,9	225	10,7
HÖRBY	1603	268	16,7	910	56,8	187	11,7	84	5,2	154	9,6
HÖÖR	2095	410	19,6	1145	54,7	412	19,7	125	6,0	3	0,1
MALMÖ	3031	857	28,3	12	0,4	1254	41,4	8	0,3	900	29,7
LUND	640	166	25,9	315	49,2	101	15,8	56	8,8	2	0,3
LANDSKRONA	1602	191	11,9	204	12,7	888	55,4	25	1,6	294	18,4
HELSINGBORG	1360	169	12,4	59	4,3	596	43,8	19	1,4	517	38,0
HÖGANÄS	1404	932	66,4	162	11,5	220	15,7	71	5,1	19	1,4
ESLÖV	297	20	6,7	164	55,2	60	20,2	41	13,8	12	4,0
YSTAD	1839	563	30,6	398	21,6	335	18,2	118	6,4	425	23,1
TRELLEBORG	1695	1057	62,4	260	15,3	258	15,2	76	4,5	44	2,6
HYLTE	748	10	1,3	420	56,1	105	14,0	206	27,5	7	0,9
HALMSTAD	4978	1998	40,1	516	10,4	1470	29,5	179	3,6	815	16,4
LAHOLM	4473	2918	65,2	946	21,1	407	9,1	197	4,4	5	0,1
FALKENBERG	4072	2363	58,0	471	11,6	351	8,6	581	14,3	306	7,5
VARBERG	5474	1239	22,6	1085	19,8	2240	40,9	478	8,7	432	7,9
KUNGSBACKA	5324	1539	28,9	1319	24,8	1957	36,8	425	8,0	84	1,6
HÄRRYDA	2185	41	1,9	1141	52,2	651	29,8	351	16,1	1	0,0
PARTILLE	197	40	20,3	67	34,0	58	29,4	32	16,2	0	0,0
ÖCKERÖ	542	300	55,4	22	4,1	141	26,0	75	13,8	4	0,7
STENUNGSSUND	1841	115	6,2	661	35,9	816	44,3	243	13,2	6	0,3
TJÖRN	3935	296	7,5	1715	43,6	1508	38,3	392	10,0	24	0,6
ORUST	5152	481	9,3	1755	34,1	2181	42,3	642	12,5	93	1,8
SOTENÄS	2320	1090	47,0	242	10,4	803	34,6	163	7,0	22	0,9
MUNKEDAL	1039	22	2,1	397	38,2	350	33,7	264	25,4	6	0,6
TANUM	4616	566	12,3	1484	32,1	2111	45,7	407	8,8	48	1,0
GÖTEBORG	6534	1283	19,6	858	13,1	2829	43,3	1167	17,9	397	6,1
MÖLNDAL	718	40	5,6	356	49,6	188	26,2	130	18,1	4	0,6
KUNGÄLV	3262	76	2,3	1053	32,3	1468	45,0	581	17,8	84	2,6
LYSEKIL	3335	677	20,3	618	18,5	1578	47,3	304	9,1	158	4,7
UDDEVALLA	4275	58	1,4	1205	28,2	2187	51,2	785	18,4	40	0,9

ANTAL FRITIDSHUS

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT	ENSKILT		SOMMAR-		TILLGÅNG		UPPGIFT		
		VATTEN	VATTEN		VATTEN		SAKNAS		SAKNAS		
	ANTAL	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%
STRÖMSTAD	2611	383	14,7	750	28,7	1119	42,9	327	12,5	32	1,2
DALS-ED	661	16	2,4	248	37,5	118	17,9	268	40,5	11	1,7
FÄRGELANDA	639	13	2,0	202	31,6	184	28,8	238	37,2	2	0,3
ALE	610	9	1,5	302	49,5	167	27,4	131	21,5	1	0,2
LERUM	1626	57	3,5	721	44,3	472	29,0	353	21,7	23	1,4
VÄRGÅRDA	550	2	0,4	226	41,1	145	26,4	158	28,7	19	3,5
TRANEMO	633	29	4,6	229	36,2	123	19,4	248	39,2	4	0,6
ALINGÅS	1623	39	2,4	636	39,2	445	27,4	482	29,7	21	1,3
BENGTSFORS	1173	61	5,2	347	29,6	236	20,1	516	44,0	13	1,1
MELLERUD	1392	61	4,4	385	27,7	347	24,9	592	42,5	7	0,5
LILLA EDET	1023	11	1,1	433	42,3	379	37,0	184	18,0	16	1,6
MARK	2086	24	1,2	919	44,1	579	27,8	544	26,1	20	1,0
SVENLJUNGA	1115	20	1,8	474	42,5	259	23,2	341	30,6	21	1,9
HERRLJUNGA	462	11	2,4	135	29,2	75	16,2	234	50,6	7	1,5
VÄNERSBORG	1673	21	1,3	382	22,8	674	40,3	595	35,6	1	0,1
TROLLHÄTTAN	723	5	0,7	262	36,2	278	38,5	173	23,9	5	0,7
BORÅS	3289	37	1,1	968	29,4	1046	31,8	1221	37,1	17	0,5
ULRICEHAMN	1520	30	2,0	607	39,9	371	24,4	508	33,4	4	0,3
ÅMÅL	925	24	2,6	270	29,2	216	23,4	411	44,4	4	0,4
GRÅSTORP	197	1	0,5	88	44,7	35	17,8	67	34,0	6	3,0
ESSUNGA	188	2	1,1	91	48,4	36	19,1	54	28,7	5	2,7
MULLSJÖ	531	20	3,8	175	33,0	195	36,7	119	22,4	22	4,1
HABO	663	58	8,7	191	28,8	202	30,5	178	26,8	34	5,1
KARLSBORG	1025	55	5,4	356	34,7	357	34,8	249	24,3	8	0,8
GULLSPÅNG	724	30	4,1	239	33,0	212	29,3	239	33,0	4	0,6
VARA	500	21	4,2	259	51,8	119	23,8	99	19,8	2	0,4
GÖTENE	948	18	1,9	379	40,0	255	26,9	280	29,5	16	1,7
TIBRO	713	39	5,5	195	27,3	306	42,9	170	23,8	3	0,4
TÖREBODA	747	13	1,7	286	38,3	215	28,8	225	30,1	8	1,1
MARIESTAD	1195	87	7,3	317	26,5	333	27,9	453	37,9	5	0,4
LIDKÖPING	1912	79	4,1	471	24,6	664	34,7	653	34,2	45	2,4
SKARA	495	14	2,8	215	43,4	131	26,5	133	26,9	2	0,4
SKÖVDE	1127	16	1,4	310	27,5	222	19,7	373	33,1	206	18,3
HJO	578	63	10,9	147	25,4	141	24,4	218	37,7	9	1,6
TIDAHOLM	558	25	4,5	230	41,2	155	27,8	140	25,1	8	1,4
FALKÖPING	897	15	1,7	382	42,6	218	24,3	269	30,0	13	1,4
KIL	957	18	1,9	319	33,3	286	29,9	329	34,4	5	0,5
EDA	928	24	2,6	298	32,1	149	16,1	452	48,7	5	0,5
TORSBY	2260	125	5,5	1076	47,6	280	12,4	743	32,9	36	1,6
STORFORS	927	5	0,5	174	18,8	269	29,0	479	51,7	0	0,0
HAMMARÖ	678	5	0,7	94	13,9	146	21,5	404	59,6	29	4,3
MUNKFORS	155	63	40,6	37	23,9	15	9,7	40	25,8	0	0,0
FORSHAGA	558	17	3,0	121	21,7	95	17,0	325	58,2	0	0,0
GRUMS	784	23	2,9	154	19,6	246	31,4	356	45,4	5	0,6
ÅRJÄNG	1741	18	1,0	588	33,8	398	22,9	721	41,4	16	0,9
SUNNE	1746	90	5,2	731	41,9	371	21,2	550	31,5	4	0,2
KARLSTAD	2553	29	1,1	505	19,8	722	28,3	1279	50,1	18	0,7
KRISTINEHAMN	2157	9	0,4	341	15,8	582	27,0	1207	56,0	18	0,8
FILIPSTAD	1158	23	2,0	353	30,5	243	21,0	538	46,5	1	0,1

ANTAL FRITIDSHUS

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN		SOMMAR- VATTEN		TILLGÅNG SAKNAS		UPPGIFT SAKNAS	
	ANTAL	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%
HAGFORS	1580	114	7.2	439	27.8	330	20.9	695	44.0	2	0.1
ARVIKA	2443	37	1.5	567	23.2	666	27.3	1159	47.4	14	0.6
SÄFFLE	1718	6	0.3	316	18.4	370	21.5	1014	59.0	12	0.7
LAXÅ	717	9	1.3	164	22.9	280	39.1	263	36.7	1	0.1
HALLSBERG	1004	17	1.7	270	26.9	263	26.2	454	45.2	0	0.0
DEGERFORS	720	9	1.3	141	19.6	213	29.6	355	49.3	2	0.3
HÄLLEFORS	1284	35	2.7	269	21.0	415	32.3	548	42.7	17	1.3
LJUSNARSBERG	931	54	5.8	356	38.2	211	22.7	298	32.0	12	1.3
ÖREBRO	5336	236	4.4	1493	28.0	1589	29.8	1955	36.6	63	1.2
KUMLA	227	8	3.5	85	37.4	54	23.8	80	35.2	0	0.0
ASKERSUND	2024	208	10.3	445	22.0	645	31.9	703	34.7	23	1.1
KARLSKOGA	902	4	0.4	153	17.0	227	25.2	495	54.9	23	2.5
NORA	1140	30	2.6	386	33.9	410	36.0	314	27.5	0	0.0
LINDESBERG	2064	138	6.7	681	33.0	554	26.8	678	32.8	13	0.6
SKINNSKATTEBER	1228	32	2.6	371	30.2	489	39.8	328	26.7	8	0.7
SURAHAMMAR	355	12	3.4	94	26.5	55	15.5	189	53.2	5	1.4
HEBY	1803	46	2.6	749	41.5	561	31.1	443	24.6	4	0.2
KUNGSÖR	461	7	1.5	103	22.3	133	28.9	218	47.3	0	0.0
HALLSTAHAMMAR	225	16	7.1	72	32.0	63	28.0	72	32.0	2	0.9
NORBERG	574	35	6.1	191	33.3	161	28.0	185	32.2	2	0.3
VÄSTERÅS	3871	457	11.8	884	22.8	1130	29.2	1394	36.0	6	0.2
SALA	1943	75	3.9	631	32.5	619	31.9	551	28.4	67	3.4
FAGERSTA	770	29	3.8	246	31.9	237	30.8	257	33.4	1	0.1
KÖPING	1512	127	8.4	334	22.1	566	37.4	482	31.9	3	0.2
ARBOGA	942	61	6.5	313	33.2	258	27.4	310	32.9	0	0.0
VANSBRO	1546	116	7.5	321	20.8	202	13.1	898	58.1	9	0.6
MALUNG	5878	1409	24.0	2400	40.8	394	6.7	1590	27.1	85	1.4
GAGNEF	2301	482	20.9	299	13.0	421	18.3	1072	46.6	27	1.2
LEKSAND	3533	812	23.0	924	26.2	525	14.9	1253	35.5	19	0.5
RÄTTVIK	2391	385	16.1	799	33.4	413	17.3	776	32.5	18	0.8
ORSA	1151	166	14.4	324	28.1	149	12.9	498	43.3	14	1.2
ÄLVDALEN	3912	873	22.3	1255	32.1	262	6.7	1460	37.3	62	1.6
SMEDJEBACKEN	2111	190	9.0	548	26.0	552	26.1	805	38.1	16	0.8
MORA	4006	601	15.0	636	15.9	558	13.9	2118	52.9	93	2.3
FALUN	3855	161	4.2	879	22.8	920	23.9	1888	49.0	7	0.2
BORLÄNGE	1727	227	13.1	217	12.6	414	24.0	859	49.7	10	0.6
SÄTER	1499	110	7.3	286	19.1	405	27.0	696	46.4	2	0.1
HEDEMORA	1574	152	9.7	355	22.6	440	28.0	604	38.4	23	1.5
AVESTA	1408	141	10.0	410	29.1	435	30.9	410	29.1	12	0.9
LUDVIKA	2295	227	9.9	582	25.4	752	32.8	706	30.8	28	1.2
OCKELBO	1136	64	5.6	299	26.3	257	22.6	491	43.2	25	2.2
HOFORS	817	18	2.2	187	22.9	239	29.3	360	44.1	13	1.6
OVANÅKER	1559	51	3.3	301	19.3	368	23.6	834	53.5	5	0.3
NORDANSTIG	2153	71	3.3	484	22.5	858	39.9	668	31.0	72	3.3
LJUSDAL	3456	244	7.1	1035	29.9	768	22.2	1400	40.5	9	0.3
GÄVLE	4366	172	3.9	894	20.5	1264	29.0	1994	45.7	42	1.0
SANDVIKEN	2687	92	3.4	484	18.0	764	28.4	1284	47.8	63	2.3
SÖDERHAMN	3719	224	6.0	672	18.1	1080	29.0	1637	44.0	106	2.9
BOLLNÄS	2724	176	6.5	836	30.7	723	26.5	976	35.8	13	0.5

ANTAL FRITIDSHUS

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN	ENSKILT VATTEN	SOMMAR- VATTEN	TILLGÅNG SAKNAS	UPPGIFT SAKNAS					
	ANTAL	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%	ANTAL	%
HUDIKSVALL	4790	231	4,8	1001	20,9	1403	29,3	2013	42,0	142	3,0
ÅNGE	1318	75	5,7	354	26,9	312	23,7	574	43,6	3	0,2
TIMRÅ	1294	48	3,7	266	20,6	589	45,5	385	29,8	6	0,5
HÄRNÖSAND	2427	53	2,2	420	17,3	1241	51,1	701	28,9	12	0,5
SUNDSVALL	6121	268	4,4	989	16,2	3032	49,5	1731	28,3	101	1,7
KRAMFORS	3249	344	10,6	506	15,6	1363	42,0	966	29,7	70	2,2
SOLLEFTEÅ	2175	195	9,0	507	23,3	522	24,0	947	43,5	4	0,2
ÖRNSKÖLDSVIK	4969	344	6,9	878	17,7	2522	50,8	1183	23,8	42	0,8
RAGUNDA	1012	112	11,1	259	25,6	222	21,9	408	40,3	11	1,1
BRÄCKE	1847	66	3,6	363	19,7	468	25,3	936	50,7	14	0,8
KROKOM	2690	323	12,0	614	22,8	498	18,5	1247	46,4	8	0,3
STRÖMSUND	3080	183	5,9	760	24,7	671	21,8	1444	46,9	22	0,7
ÅRE	3897	757	19,4	1420	36,4	435	11,2	1268	32,5	17	0,4
BERG	3478	370	10,6	1353	38,9	563	16,2	1176	33,8	16	0,5
HÄRJEDALEN	6833	2032	29,7	1987	29,1	583	8,5	2211	32,4	20	0,3
ÖSTERSUND	2081	71	3,4	331	15,9	532	25,6	1130	54,3	17	0,8
NORDMALING	1394	44	3,2	150	10,8	509	36,5	567	40,7	124	8,9
BJURHOLM	383	9	2,3	72	18,8	141	36,8	157	41,0	4	1,0
VINDELN	870	35	4,0	159	18,3	292	33,6	350	40,2	34	3,9
ROBERTSFORS	1565	119	7,6	175	11,2	709	45,3	469	30,0	93	5,9
NORSJÖ	736	19	2,6	83	11,3	154	20,9	444	60,3	36	4,9
MALÅ	290	7	2,4	64	22,1	47	16,2	160	55,2	12	4,1
STORUMAN	3193	457	14,3	951	29,8	507	15,9	1230	38,5	48	1,5
SORSELE	807	87	10,8	188	23,3	119	14,7	409	50,7	4	0,5
DOROTEA	763	193	25,3	170	22,3	106	13,9	273	35,8	21	2,8
VÄNNÄS	539	12	2,2	87	16,1	230	42,7	206	38,2	4	0,7
VILHELMINA	2650	96	3,6	591	22,3	471	17,8	1393	52,6	99	3,7
ÅSELE	576	27	4,7	124	21,5	136	23,6	244	42,4	45	7,8
UMEÅ	5877	178	3,0	551	9,4	2065	35,1	2620	44,6	463	7,9
LYCKSELE	1255	54	4,3	180	14,3	354	28,2	661	52,7	6	0,5
SKELLEFTEÅ	6724	219	3,3	679	10,1	2569	38,2	2808	41,8	449	6,7
ARVIDSJAUR	1001	41	4,1	152	15,2	159	15,9	615	61,4	34	3,4
ARJEPLOG	839	74	8,8	127	15,1	115	13,7	446	53,2	77	9,2
JOKKMOKK	1039	20	1,9	132	12,7	135	13,0	648	62,4	104	10,0
ÖVERKALIX	862	82	9,5	184	21,3	258	29,9	328	38,1	10	1,2
KALIX	2177	156	7,2	187	8,6	499	22,9	1272	58,4	63	2,9
ÖVERTORNEÅ	720	113	15,7	99	13,8	153	21,3	310	43,1	45	6,3
PAJALA	1782	172	9,7	371	20,8	334	18,7	707	39,7	198	11,1
GÄLLIVARE	2103	128	6,1	196	9,3	199	9,5	1539	73,2	41	1,9
ÄLVSBYN	789	64	8,1	92	11,7	202	25,6	431	54,6	0	0,0
LULEÅ	5085	117	2,3	477	9,4	1647	32,4	2655	52,2	189	3,7
PITEÅ	3678	325	8,8	273	7,4	1477	40,2	1461	39,7	142	3,9
BODEN	2171	84	3,9	251	11,6	636	29,3	1167	53,8	33	1,5
HAPARANDA	1070	138	12,9	50	4,7	295	27,6	540	50,5	47	4,4
KIRUNA	2772	127	4,6	292	10,5	365	13,2	1915	69,1	73	2,6

KOMMUNAL/ENSKILD VATTENFÖRSÖRJNING

3. 6 sid

Tabell

Typ av vattenförsörjning för folkbokförda invånare
inom kommunerna enligt VAV 1992

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN	
	Antal	Antal	%	Antal	%
Upplands-Väsby	35855	34000	94,8	1855	5,2
Vallentuna	22726	18300	80,5	4426	19,5
Österåker	31323	27000	86,2	4323	13,8
Värmdö	24396	18100	74,2	6296	25,8
Järfälla	57482	57336	99,7	146	0,3
Ekerö	20000	15700	78,5	4300	21,5
Huddinge	74829	73500	98,2	1329	1,8
Botkyrka	69639	69000	99,1	639	0,9
Salem	12808	12200	95,3	608	4,7
Haninge	64166	63400	98,8	766	1,2
Tyresö	34800	32800	94,3	2000	5,7
Upplands-Bro	20224	18115	89,6	2109	10,4
Täby	57321	56800	99,1	521	0,9
Danderyd	27794	27809	100,1	-15	-0,1
Sollentuna	52434	52185	99,5	249	0,5
Stockholm	684469	680000	99,3	4469	0,7
Södertälje	81765	71150	87,0	10615	13,0
Nacka	66104	61627	93,2	4477	6,8
Sundbyberg	30715	30710	100,0	5	0,0
Solna	52829	52731	99,8	98	0,2
Lidingö	38132	37853	99,3	279	0,7
Vaxholm	7003	5675	81,0	1328	19,0
Norrtälje	48406	29095	60,1	19311	39,9
Sigtuna	32202	27762	86,2	4440	13,8
Nynäshamn	22402	18395	82,1	4007	17,9
Håbo	16215	14900	91,9	1315	8,1
Älvkarleby	9372	9000	96,0	372	4,0
Tierp	20259	12723	62,8	7536	37,2
Uppsala	174597	148445	85,0	26152	15,0
Enköping	35908	25260	70,3	10648	29,7
Östhammar	22314	14750	66,1	7564	33,9
Vingåker	9974				
Gnesta	9509	7293	76,7	2216	23,3
Nyköping	48095	38600	80,3	9495	19,7
Oxelösund	12485	12353	98,9	132	1,1
Flen	17316	12900	74,5	4416	25,5
Katrineholm	33102	27200	82,2	5902	17,8
Eskilstuna	98570	82000	83,2	16570	16,8
Strängnäs	27947	21850	78,2	6097	21,8
Trosa	9894	9470	95,7	424	4,3
Ödeshög	5974	4700	78,7	1274	21,3
Ydre	4339	2425	55,9	1914	44,1
Kinda	10547	6900	65,4	3647	34,6
Boxholm	5703	4225	74,1	1478	25,9

KOMMUNAL/ENSKILD VATTENFÖRSÖRJNING

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN	
	Antal	Antal	%	Antal	%
Ätvidaberg	12686	10100	79,6	2586	20,4
Finspång	23150	19347	83,6	3803	16,4
Valdemarsvik	8872	6432	72,5	2440	27,5
Linköping	126394	113900	90,1	12494	9,9
Norrköping	120787	110600	91,6	10187	8,4
Söderköping	13642	10000	73,3	3642	26,7
Motala	42265	35900	84,9	6365	15,1
Vadstena	7655	6030	78,8	1625	21,2
Mjölby	26300	21500	81,7	4800	18,3
Aneby	7200	4670	64,9	2530	35,1
Gnosjö	9782	7200	73,6	2582	26,4
Gislaved	29388	23400	79,6	5988	20,4
Vaggeryd	12409	9493	76,5	2916	23,5
Jönköping	112789	101500	90,0	11289	10,0
Nässjö	30799	25400	82,5	5399	17,5
Värnamo	31372	25000	79,7	6372	20,3
Sävsjö	12119	9000	74,3	3119	25,7
Vetlanda	27938	22842	81,8	5096	18,2
Eksjö	18224	14600	80,1	3624	19,9
Tranås	17838	15400	86,3	2438	13,7
Uppvidinge	10485	7700	73,4	2785	26,6
Lessebo	9051	8100	89,5	951	10,5
Tingsryd	14509	7550	52,0	6959	48,0
Alvesta	19749	13803	69,9	5946	30,1
Älmhult	16037	11580	72,2	4457	27,8
Markaryd	10736	7524	70,1	3212	29,9
Växjö	70891	60030	84,7	10861	15,3
Ljungby	27683	19490	70,4	8193	29,6
Högsby	7049	4885	69,3	2164	30,7
Torsås	8029	4500	56,0	3529	44,0
Mörbylånga	13794	10760	78,0	3034	22,0
Hultsfred	16872	13780	81,7	3092	18,3
Mönsterås	13294	10400	78,2	2894	21,8
Emmaboda	10636	7490	70,4	3146	29,6
Kalmar	56837	49900	87,8	6937	12,2
Nybro	20837	16500	79,2	4337	20,8
Oskarshamn	27123	23000	84,8	4123	15,2
Västervik	39791	37600	94,5	2191	5,5
Vimmerby	16050	11400	71,0	4650	29,0
Borgholm	11638	9300	79,9	2338	20,1
Gotland	57577	38400	66,7	19177	33,3
Olofström	14990	11640	77,7	3350	22,3
Karlskrona	59395	50300	84,7	9095	15,3
Ronneby	29185	26169	89,7	3016	10,3
Karlshamn	31312	29200	93,3	2112	6,7
Sölvesborg	16410	14520	88,5	1890	11,5
Östra Göinge	15106	11430	75,7	3676	24,3
Örkelljunga	9770				
Tomelilla	12566	8712	69,3	3854	30,7

KOMMUNAL/ENSKILD VATTENFÖRSÖRJNING

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN	
	Antal	Antal	%	Antal	%
Bromölla	12688	10600	83,5	2088	16,5
Osby	13741	10400	75,7	3341	24,3
Perstorp	7491	6350	84,8	1141	15,2
Klippan	16444	13000	79,1	3444	20,9
Åstorp	13176	12700	96,4	476	3,6
Båstad	14039	8600	61,3	5439	38,7
Kristianstad	72817	52600	72,2	20217	27,8
Simrishamn	20383	15965	78,3	4418	21,7
Ängelholm	35246	25900	73,5	9346	26,5
Hässleholm	49616	41380	83,4	8236	16,6
Svalöv	12972	8348	64,4	4624	35,6
Staffanstorps	17850	15000	84,0	2850	16,0
Burlöv	14498	14230	98,2	268	1,8
Vellinge	28505	24400	85,6	4105	14,4
Bjuv	14424	13250	91,9	1174	8,1
Kävlinge	23860	18600	78,0	5260	22,0
Lomma	17325	17100	98,7	225	1,3
Svedala	17840	15500	86,9	2340	13,1
Skurup	13799	13610	98,6	189	1,4
Sjöbo	16544	12100	73,1	4444	26,9
Hörby	13746	8800	64,0	4946	36,0
Höör	13308	11300	84,9	2008	15,1
Malmö	236709	235600	99,5	1109	0,5
Lund	92005	87000	94,6	5005	5,4
Landskrona	36162	35000	96,8	1162	3,2
Helsingborg	110591	105300	95,2	5291	4,8
Höganäs	23042	21370	92,7	1672	7,3
Eslöv	28255	22610	80,0	5645	20,0
Ystad	25451	22000	86,4	3451	13,6
Trelleborg	36879	29500	80,0	7379	20,0
Hylte	1107				
Halmstad	81066	74000	91,3	7066	8,7
Laholm	23043	15474	67,2	7569	32,8
Falkenberg	38293	27500	71,8	10793	28,2
Varberg	50489	40200	79,6	10289	20,4
Kungsbacka	57235	48495	84,7	8740	15,3
Härryda	27921	21400	76,6	6521	23,4
Partille	31078	30278	97,4	800	2,6
Öckerö	11324	11130	98,3	194	1,7
Stenungsund	19417	12500	64,4	6917	35,6
Tjörn	14419	9950	69,0	4469	31,0
Orust	14930	8070	54,1	6860	45,9
Sotenäs	9917	8250	83,2	1667	16,8
Munkedal	11100	6720	60,5	4380	39,5
Tanum	12366	7200	58,2	5166	41,8
Göteborg	433783	422600	97,4	11183	2,6
Mölnådal	52424	48351	92,2	4073	7,8
Kungälv	34780	25000	71,9	9780	28,1
Lysekil	15371	12990	84,5	2381	15,5

KOMMUNAL/ENSKILD VATTENFÖRSÖRJNING

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN	
	Antal	Antal	%	Antal	%
Uddevalla	48159	36000	74,8	12159	25,2
Strömstad	10877	8700	80,0	2177	20,0
Dals-Ed	5307	3700	69,7	1607	30,3
Färgelanda	7567	4250	56,2	3317	43,8
Åle	24528				
Lerum	33809	27030	79,9	6779	20,1
Vårgårda	10474	4800	45,8	5674	54,2
Tranemo	12470	9775	78,4	2695	21,6
Bengtsfors	11811				
Möllerud	10525	6813	64,7	3712	35,3
Lilla Edet	13199	7200	54,5	5999	45,5
Mark	33403	22400	67,1	11003	32,9
Svenljunga	11303	6560	58,0	4743	42,0
Herrljunga	9743	5300	54,4	4443	45,6
Vänersborg	36463	29380	80,6	7083	19,4
Trollhättan	51671	46130	89,3	5541	10,7
Alingsås	34098	26405	77,4	7693	22,6
Borås	102836	90150	87,7	12686	12,3
Ulricehamn	22973	15400	67,0	7573	33,0
Åmål	13386	11500	85,9	1886	14,1
Grästorp	6182	2730	44,2	3452	55,8
Essunga	6134	2850	46,5	3284	53,5
Mullsjö	7450	6430	86,3	1020	13,7
Habo	9540	7480	78,4	2060	21,6
Karlsborg	8084	7048	87,2	1036	12,8
Gullspång	6436	4650	72,2	1786	27,8
Vara	17053	9705	56,9	7348	43,1
Götene	13660	9000	65,9	4660	34,1
Tibro	11243	9600	85,4	1643	14,6
Töreboda	10427	6100	58,5	4327	41,5
Mariestad	24714	18990	76,8	5724	23,2
Lidköping	36294	25000	68,9	11294	31,1
Skara	18705	13926	74,5	4779	25,5
Skövde	48448	41100	84,8	7348	15,2
Hjo	9286	7027	75,7	2259	24,3
Tidaholm	13265	9900	74,6	3365	25,4
Falköping	31945	24500	76,7	7445	23,3
Kil	12307	8850	71,9	3457	28,1
Eda	9474	4800	50,7	4674	49,3
Torsby	15066	8355	55,5	6711	44,5
Storfors	5235	3720	71,1	1515	28,9
Hammarö	13876	13410	96,6	466	3,4
Munkfors	4749	4650	97,9	99	2,1
Forshaga	12408	11105	89,5	1303	10,5
Grums	10343	8090	78,2	2253	21,8
Årjäng	10118	4550	45,0	5568	55,0
Sunne	13957	7110	50,9	6847	49,1
Karlstad	77261	70100	90,7	7161	9,3
Kristinehamn	25955	21700	83,6	4255	16,4

KOMMUNAL/ENSKILD VATTENFÖRSÖRJNING

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN	
	Antal	Antal	%	Antal	%
Filipstad	13224	11000	83,2	2224	16,8
Hagfors	15859	12500	78,8	3359	21,2
Arvika	27012	17800	65,9	9212	34,1
Säffle	17973	11840	65,9	6133	34,1
Laxå	7339	6114	83,3	1225	16,7
Hallsberg	16628	12500	75,2	4128	24,8
Degerfors	11630	10500	90,3	1130	9,7
Hällefors	9026	7300	80,9	1726	19,1
Ljusnarsberg	6488	5860	90,3	628	9,7
Örebro	123152	104300	84,7	18852	15,3
Kumla	18812	15000	79,7	3812	20,3
Askersund	12302	8233	66,9	4069	33,1
Karlskoga	33430	31900	95,4	1530	4,6
Nora	10635	8200	77,1	2435	22,9
Lindesberg	24846	20150	81,1	4696	18,9
Skinnskatteberg	5377	3858	71,8	1519	28,2
Surahammar	11404	10708	93,9	696	6,1
Heby	13876	8600	62,0	5276	38,0
Kungsör	8615	7382	85,7	1233	14,3
Hallstahammar	16485	15076	91,5	1409	8,5
Norberg	6718	5810	86,5	908	13,5
Västerås	120895	113500	93,9	7395	6,1
Sala	22240	15400	69,2	6840	30,8
Fagersta	13670	13400	98,0	270	2,0
Köping	26303	21880	83,2	4423	16,8
Arboga	14557	13000	89,3	1557	10,7
Vansbro	7878				
Malung	11501	9000	78,3	2501	21,7
Gagnef	10536	9384	89,1	1152	10,9
Leksand	15250	10635	69,7	4615	30,3
Rättvik	11423	7600	66,5	3823	33,5
Orsa	7358	4850	65,9	2508	34,1
Älvdalen	8358	6485	77,6	1873	22,4
Smedjebacken	13318				
Mora	20920	18900	90,3	2020	9,7
Falun	54653	43700	80,0	10953	20,0
Borlänge	47299	44500	94,1	2799	5,9
Säter	11917	7450	62,5	4467	37,5
Hedemora	16922	15000	88,6	1922	11,4
Avesta	24540	20769	84,6	3771	15,4
Ludvika	28678	27100	94,5	1578	5,5
Ockelbo	6491	4105	63,2	2386	36,8
Hofors	11876		0,0		
Ovanåker	13446	9800	72,9	3646	27,1
Nordanstig	11403	6540	57,4	4863	42,6
Ljusdal	21122	16600	78,6	4522	21,4
Gävle	89199	86300	96,7	2899	3,3
Sandviken	39500	35762	90,5	3738	9,5
Söderhamn	29571	27500	93,0	2071	7,0

KOMMUNAL/ENSKILD VATTENFÖRSÖRJNING

KOMMUNER	SUMMA	KOMMUNALT VATTEN		ENSKILT VATTEN	
		Antal	%	Antal	%
Bollnäs	28150	21700	77,1	6450	22,9
Hudiksvall	38641	29000	75,0	9641	25,0
Ånge	12442	9200	73,9	3242	26,1
Timrå	18756	15500	82,6	3256	17,4
Härnösand	27526	25375	92,2	2151	7,8
Sundsvall	94337	82500	87,5	11837	12,5
Kramfors	24081	18115	75,2	5966	24,8
Sollefteå	24550	21100	85,9	3450	14,1
Örnsköldsvik	59141	51349	86,8	7792	13,2
Ragunda	6867	4500	65,5	2367	34,5
Bräcke	8557	4800	56,1	3757	43,9
Krokom	14700	9254	63,0	5446	37,0
Strömsund	15900	12850	80,8	3050	19,2
Åre	9941	7100	71,4	2841	28,6
Berg	8648	4992	57,7	3656	42,3
Härjedalen	12358	10421	84,3	1937	15,7
Östersund	59020	52700	89,3	6320	10,7
Nordmaling	8187				
Bjurholm	2909	1200	41,3	1709	58,7
Vindeln	6621	3950	59,7	2671	40,3
Robertsfors	7835	7100	90,6	735	9,4
Norsjö	5313	4200	79,1	1113	20,9
Malå	4126	3160	76,6	966	23,4
Storuman	7731	4984	64,5	2747	35,5
Sorsele	3525				
Dorotea	3756	2490	66,3	1266	33,7
Vännäs	8771	6300	71,8	2471	28,2
Vilhelmina	8409	6800	80,9	1609	19,1
Åsele	4049	3346	82,6	703	17,4
Umeå	94925	90453	95,3	4472	4,7
Lycksele	14157	12300	86,9	1857	13,1
Skellefteå	75744	67500	89,1	8244	10,9
Arvidsjaur	7966	6950	87,2	1016	12,8
Arjeplog	3723	3060	82,2	663	17,8
Jokkmokk	6595	4900	74,3	1695	25,7
Övertkalix	4718	3895	82,6	823	17,4
Kalix	19253	17700	91,9	1553	8,1
Övertorneå	6234	5950	95,4	284	4,6
Pajala	8407	5490	65,3	2917	34,7
Gällivare	22382	22000	98,3	382	1,7
Älvsbyn	9497	7818	82,3	1679	17,7
Luleå	68945	64158	93,1	4787	6,9
Piteå	40785	37562	92,1	3223	7,9
Boden	30513	28400	93,1	2113	6,9
Haparanda	10911	10503	96,3	408	3,7
Kiruna	26224	25070	95,6	1154	4,4

HYDROGEOLOGISKA UNDERSÖKNINGSMETODER

**Bakgrundsbeskrivning till grundvattenutredningen
(M 1993:15), "Förbättrad hushållning med
grundvatten".**

Innehållsförteckning

	Sid
1. Sammanfattning	3
2. Allmänt om hydrogeologiska undersökningsmetoder	4
<i>2.1 Geofysiska undersökningsmetoder</i>	5
2.1.1. Morfologiska metoder	5
2.1.2. Elektriska metoder	6
2.1.3. Magnetiska metoder	6
2.1.4. Elektromagnetiska metoder	7
2.1.5. Seismiska metoder	8
2.1.6. Gravimetriska metoder	8
<i>2.2. Borrningar</i>	9
2.2.1. Sonderingsborrningar	9
2.2.2. Observationsbrunnar	9
2.2.3. Produktionsbrunnar	10
<i>2.3. Provpumpningar</i>	10
2.3.1. Allmänt	10
2.3.2. Provpumpning av brunn i en grusås	10
2.3.3. Provpumpning av brunn i berggrunden	12
3. Behov av hydrogeologiska bedömningar i samband med enskild vattenförsörjning	13

4. Metoder för hydrogeologiska bedömningar i samband med enskild vattenförsörjning och deras tillförlitlighet	14
<i>4.1. Allmänt</i>	14
<i>4.2. Hydrogeologiska bedömningar i olika ambitionsnivåer</i>	15
4.2.1. Bedömningar i nivå 1	15
4.2.2. Bedömningar i nivå 2	15
4.2.2.1. Grunder för bedömningar av grundvattentillgångar	16
4.2.2.2. Bedömningar av grundvattentillgångar	18
4.2.3. Bedömningar i nivå 3	20
4.2.3.1. Risken för salt grundvatten	20
5. Befintligt underlagsmaterial för hydrogeologiska bedömningar	23
<i>5.1. Befintligt kartmaterial</i>	23
<i>5.2. Tillgänglighet av befintliga rapporter och utredningar</i>	23
<i>5.3. Tillgänglighet av övrig nödvändig information</i>	24
6. Kostnader för olika hydrogeologiska bedömningar	25

HYDROGEOLOGISKA UNDERSÖKNINGSMETODER

1. Sammanfattning

Grundvattnet förekommer på olika sätt i sand- och grusavlagringar, i kristallina bergarter som graniter och gnejser och i sedimentära bergarter som sandstenar och kalkstenar. Detta innebär att man måste tillgripa olika undersökningsmetoder i de olika fallen. Valet av undersökningsmetod är även beroende av hur stora grundvattenbehoven är och hur mycket som är känt från tidigare undersökningar på platsen.

En hydrogeologisk undersökning inleds vanligen med en inventering och sammanställning av tillgängliga hydrogeologiska, jordarts- och berggrundsgeologiska samt geofysiska kartor och vanliga topografiska kartor. Dessutom sammanställs data från tidigare utförda undersökningar. Sådana data finns tillgängliga i SGUs brunnarsarkiv, rapportarkiv och kemiarkiv samt i arkiv hos kommuner, länsstyrelser och vattendomstolar. Dessutom finns arkiv på konsultföretag och eventuellt andra företag.

Redan genom studier av befintligt underlagsmaterial kan översiktliga, hydrogeologiska bedömningar göras avseende grundvattentillgångar och grundvattenkvalité.

Sedan detta är gjort får man överväga vilka slag av geofysiska mätmetoder som kan behöva användas för att t.ex. identifiera bästa lägen för undersökningsborrningar och brunnborrningar, eller för att undersöka risker för salt grundvatten.

Den viktigaste fasen i de hydrogeologiska undersökningarna ligger i provpumpningar och utvärdering av provpumpningar. Med ledning av förhållandevis enkla, men väl utförda provpumpningar kan man till rimliga kostnader göra beräkningar av konsekvenserna av olika stora grundvattenuttag vad gäller påverkan på andra brunnar, inverkan av olika långa torrperioder, vattenkvalitetsvariationer etc.

Man kan uppdelat de hydrogeologiska undersökningsmetoderna i olika ambitionsnivåer.

Ambitionsnivå 1, studier av tillgängliga hydrogeologiska och geologiska kartor samt av uppgifter från SGUs brunnarsarkiv samt andra arkiv och databaser. Detta kan ge sådan information att man kan avgöra om det överhuvud taget är möjligt att erhålla de grundvattenvolymer som önskas.

Ambitionsnivå 2, studier enligt 1. utökade med vattenbalansberäkningar och beräkningar av tillgängliga grundvattenmagasin. Detta ger information om hur stora grundvattenförekomsterna är och vilka kritiska frågor som kan behöva utredas närmare.

Ambitionsnivå 3, studier enligt 1. och 2. utökade med undersökningar som gäller vattenkvalité samt provpumpningar med hydrauliska beräkningar. Detta ger konkret information om konsekvenserna av vattenuttag bl.a. avseende:

- Faktiska uttagsmöjligheter
- Vattenkvalité
- Eventuell påverkan på kringliggande brunnar
- Möjligheter till beräkningar av konsekvenserna av olika långa torrperioder, ökade eller minskade grundvattenuttag m.m.

2. Allmänt om hydrogeologiska undersökningsmetoder

Generellt kan sägas att valet av hydrogeologiska undersökningsmetoder, eller metoder för att undersöka grundvattenförekomsterna, såväl vad avser kvantitet som kvalitet beror på vattenbehovets storlek och på de givna geologiska förutsättningarna på platsen samt på eventuellt tillgängligt material från tidigare gjorda undersökningar (kartor, rapporter, befintliga brunnar, vattenanalyser m.m.). Olika tillvägagångssätt måste tillämpas beroende på om man avser att utnyttja grundvatten i lösa jordlager (t.ex. sand- och grusavlagringar), i det kristallina urberget (t.ex. gnejs och granit) eller i lagrade sedimentära bergarter (t.ex. sandsten och kalksten).

Vanligen inleds en hydrogeologisk undersökning med en inventering av tidigare utförda rapporter samt tillgängligt kartmaterial, såväl vanliga topografiska kartor som hydrogeologiska, jordartsgeologiska, berggrundsgeologiska och geofysiska kartor.

I inledningsfasen för en hydrogeologisk undersökning ingår även utsökning av data på brunnar i området som registrerats i SGUs brunnsarkiv och vanligen även kompletterande inventering av brunnar i fält.

När befintliga data sammanställts kan nödvändiga, kompletterande undersökningar vidtas.

Föreliggande beskrivning av hydrogeologiska undersökningsmetoder avser i första hand frågor i samband med enskild vattenförsörjning. Dessa metoder kan emellertid tillämpas även i många andra sammanhang t.ex. miljökonsekvensbeskrivningar i samband med sådana anläggningar som:

- nya vägar och järnvägar
- flygplatser
- miljöfarliga industrier
- bergtäkter och grustäkter
- avfallsdeponier
- etc.

2.1. Geofysiska undersökningsmetoder

För att i ett visst område finna de största grundvattentillgångarna utnyttjas vanligen olika geofysiska undersökningsmetoder. De olika metoderna bygger på att större mängder grundvatten i regel förekommer i särskilda strukturer i jord och i berg. Dessa strukturer har fysiska egenskaper som skiljer sig från omgivande geologiska bildningar på ett mer eller mindre markant sätt. De vanligen använda geofysiska metoderna utnyttjar variationer i följande egenskaper och benämns efter dessa.

- Morfologiska
- Elektriska
- Magnetiska
- Seismiska
- Gravimetriska

2.1.1. Morfologiska metoder

Av markytans former kan man ofta dra många slutsatser om förekomsten av grundvatten, t.ex. av isälvsavlagringarnas rygg- eller åsform och av hur branta sluttningarna är i en sprickdal. Att studera markytans morfologi är en av de första åtgärderna när man söker efter grundvatten i ett område.

I kristallin berggrund, urberg t.ex. granit och gnejs, förekommer grundvattnet egentligen endast praktiskt tillgängligt i sprickor. Ur sprickfritt berg kan man inte tillgodogöra sig något vatten. Detta innebär att man för att erhålla större mängder grundvatten i urbergsområden måste hitta större, vattenförande sprickor eller sprickzoner.

De morfologiska metoderna innebär att man i urbergsområden försöker identifiera större sprickzoner genom att många mer eller

mindre raka och långsträckta svackor och dalstråk av vittring och erosion preparerats fram just därför att sprickigt och trasigt berg är mindre motståndskraftigt än sprickfritt berg. Ju brantare dalsidorna är desto lättare är det att definiera sprickzonens läge.

I sedimentär berggrund har förekomsten av sprickzoner och förkastningar också stor betydelse, dock inte lika stor som i urbergsområden. Detta beror på att många sedimentära bergarter t.ex. sandstenar och kritkalkstenar har en betydande, vattenförande porositet, vilket det kristallina urberget inte har.

Vad gäller prospekteringen efter grundvatten i jordlagren har t.ex. de från grundvattensynpunkt synnerligen viktiga isälvsavlagringarnas, rullstensåsarnas, morfologi mycket stor betydelse för att lokalisera bästa uttagsplatser för grundvatten. Morfologiskt beroende har även förekomsten av löst packad, och ofta förhållandevis starkt vattenförande så kallad läsidesmorän som avlagrats på läsidan av ett höjdområde i förhållande till inlandsisens rörelseriktning.

De morfologiska studierna är vanligen utgångspunkt för vidare geofysiska mätningar med mer kostsamma metoder.

2.1.2. Elektriska metoder

Vid elektriska mätningar sänds likström via elektroder ner i jordlagren och berggrunden. Strömmen ger på markytan potentialer som mäts med andra elektroder. Olika jordarter och olika bergarter har olika elektrisk ledningsförmåga, vilket kan registreras med dessa mätningar.

Elektriska metoder kan användas för att lokalisera t.ex. vattenförande sprickor i urberg, därför att en vattenförande sprickzon är mer elektriskt ledande än omgivande berggrund (geoelektrisk profilering).

Elektriska metoder kan också användas för att identifiera olika jordarter eller bergarter med olika grundvatteninnehåll och skilda elektriska ledningsförmågor i en sedimentär, mer eller mindre horisontellt skiktad, lagerserie (geoelektrisk sondering).

Senare mätresultat tyder nu på att man även kan använda geoelektriska sonderingar för att mäta djupet till salt grundvatten i urbergsområden.

2.1.3. Magnetiska metoder

Magnetiska metoder kan i vissa fall utnyttjas som en indirekt metod för att prospektera efter grundvatten. Vissa bergarter, t.ex. diabasgångar innehåller vanligen större mängder av mineralet

magnetit än vad andra bergarter gör, t.ex. gnejs och granit eller de sedimentära bergarterna sandsten, kalksten och lerskiffer.

Diabasgångar är stelnad magma. Magma har för många hundra miljoner år sedan från djupt liggande magmakammare trängt upp i stora sprickor i jordskorpan och sannolikt försett dåtida vulkaner med lava och aska. Diabasgångarna är vanligen några meter till några tiotal meter breda och ofta mycket långsträckta. De är i allmänhet mycket långsträckta. I Skåne förekommer sålunda ett mycket stort antal diabasgångar som i nordväst - sydöstlig riktning genomsätter hela landskapet från kust till kust. Även i andra delar av landet förekommer lika långsträckta diabasgångar.

Diabasgångar är således alltid indikationer på stora sprickzoner. Det är emellertid inte diabasen som bergart som är vattenförande utan dess uppspruckna sidokontakter mot omgivande bergarter.

Diabasens höga magnetithalt kan detekteras med ett instrument som kallas magnetometer. Med sådana instrument kan man göra mätningar såväl på marken som från flygplan. Vid SGUs flygburna mätningar utförs magnetiska mätningar vars resultat sammanställs till flygmagnetiska kartor. Diabasgångarna framträder vanligtvis mycket väl på dessa flygmagnetiska kartor. Se SGUs kartkatalog för information om tillgängligheten av dessa kartor.

Magnetiska mätningar kan i första hand utnyttjas för lokalisering av vattenförande sprickor i kontakten mellan diabasgångar och sidoberget. I vissa fall kan de även användas för lokalisering av vattenförande sprickzoner där en i bergarten ursprungligen hög magnetithalt har reducerats genom oxidation av magnetiten i sprickzonen.

2.1.4. Elektromagnetiska metoder

För grundvattenprospektering används huvudsakligen två olika instrument som bygger på elektromagnetiska metoder. Det ena är VLF-instrument, som utnyttjar radiovågor, och det andra är georadar, som utnyttjar radarvågor. Radio- och radarvågor är elektromagnetiska vågor vilka kan uppdelas i elektriska och i magnetiska komponenter.

VLF-instrumentet, utnyttjar radiovågor inom VLF-bandet (Very Low Frequency i detta fall 10 - 25 Hz) utsända från en mycket avlägsen radiosändare. Sådana radiovågor, med låg frekvens och stor våglängd, har förmåga att tränga djupt ner i berggrunden. Om dessa radiovågor träffar en elektriskt ledande bildning i berggrunden, t.ex. en långsträckt, brant stupande, vattenförande sprickzon, uppstår genom induktion sekundära radiovågor. Med hjälp av VLF-instrumentet, som är en radiomottagare, kan man med förhållandevis enkla mätningar således lokalisera läget för en sådan bildning.

VLF-mätningar kan i första hand utnyttjas för lokalisering av större, vattenförande sprickzoner, särskilt i urbergsområden.

Georadarmätningar utnyttjar egna utsända elektromagnetiska vågor (50 - 1 000 MHz), som reflekteras från gränssytor där dielektricitetskonstant och elektrisk ledningsförmåga står i kontrast till omgivningen.

Georadarmätningar ger information om lagringsstrukturer, grundvattenytans läge och underliggande bergyta i första hand i sand- och grusavlagringar.

2.1.5. Seismiska metoder

Vid mätningar med seismiska metoder utnyttjas det förhållandet att ljudhastigheten i olika jordarter och olika bergarter är olika hög. Som exempel kan nämnas att ljudhastigheten är ca 800 m/s i torr sand, 1 500 m/s i grundvattenmättad sand, 2 200 m/s i morän, 3 000 m/s i sandsten och 5 000 - 6 000 m/s i urberg. I sprickzoner i urberg är ljudhastigheten 2 500 - 3 500 m/s.

Med seismiska mätningar kan man få information om jordarts- och bergartstyp, jordarternas mäktighet, sprickzoner i berggrunden och i vissa fall grundvattenytans läge.

2.1.6. Gravimetriska metoder

Gravimetriska mätningar bygger på att olika bergarter har olika täthet. Gravimetriska mätningar har hittills i första hand utnyttjats för att i jordtäckta och i övrigt dåligt kända områden lokalisera bergartsgränser som samtidigt skulle kunna vara uppspruckna i kontakten.

Gravimetriska mätningar utnyttjas mycket sällan i vårt land för grundvattenprospektering.

På senare tid har det rapporterats att man med gravimetriska precisionsmätningar skulle kunna bestämma jordlagrens mäktighet. Detta skulle kunna utnyttjas för bestämning av ett grundvattenmagasins storlek i t.ex. en sand- och grusavlagring.

2.2. Borrningar

Sedan de ovan beskrivna undersökningarna i relevanta delar genomförts kommer arbetet in i en fas av undersökningsborrning - *sonderingsborrning* - och brunnsborrning med provtagning och provpumpning.

De geofysiska undersökningarna har i första hand syftat till att ge information om förhållandena på djupet, nere i jordlagren och berggrunden vilka inte kan iakttas direkt från markytan. Med de geofysiska metoderna får man information på ett flertal platser eller över något större område på ett mer tids- och kostnadseffektivt sätt än genom att utföra ett stort antal borrningar. De geofysiska mätningarna ligger till grund för val av platser för olika borrhningsarbeten.

För att fastställa grundvattentillgången i t.ex. en isälvsavlagring, grusås, utförs sonderingsborrningar samt borrningar för observationsbrunnar och produktionsbrunnar.

2.2.1 Sonderingsborrningar

Vid sonderingsborrningarna fastställs hur jordarterna är lagrade på varandra. Man bestämmer exakt på vilka djup olika sand- och gruslager förekommer, hur mäktiga (tjocka) de är och hur kornstorleksfördelningen är. Dessa uppgifter ligger till grund för var brunnar för observation av grundvattennivåer skall placeras samt var pumpbrunnar (filterbrunnar med större diameter) skall anläggas och hur de skall konstrueras.

2.2.2. Observationsbrunnar

I det valda exemplet med en grusås utförs observationsbrunnarna i allmänhet som 2-tums rör med perforerad spets, vilka allmänt kallas obsrör. Rören drivs ner så att den perforerade spetsen blir belägen i det vattenförande gruslager vars grundvatten man avser att exploatera. I obsröret kan man sedan mäta grundvattennivån (eller grundvattnets trycknivå) och hur denna nivå varierar, antingen naturligt eller beroende på uttag av grundvatten ur brunnar eller andra störningar. Genom att sammanställa nivåmätningar från flera obsrör kan man fastställa grundvattnets strömningsriktning. Obsrör är också mycket betydelsefulla för att fastställa en brunns influensområde (påverkansområde) och åt vilket håll föroreningar sprids i grundvattnet m.m.

2.2.3. Produktionsbrunnar

I sand- och grusavlagringar utförs produktionsbrunnar som olika typer av filterbrunnar ofta med en diameter av storleksordningen 250 - 500 mm. Filtertypen väljs efter kornstorleksfördelningen i sand- och grusavlagringen och filtrets längd bestäms efter lagrets mäktighet.

I det kristallina urberget utförs brunnarna som öppna brunnar, vanligen med en diameter av 115 eller 150 mm utan något brunnfilter. Brunnar i urberg är således betydligt enklare till konstruktionen än vad filterbrunnar i sand- och grusavlagringar är.

2.3. Provpumpningar

2.3.1. Allmänt

Av alla olika förundersökningar kan man säga att provpumpningar är de viktigaste, i den meningen att det är först när sådana genomförts och utvärderats, som man kan vara säker på storleken, kvalitén och tillförlitligheten av en grundvattentillgång.

Det är därför nödvändigt att provpumpningar genomförs på riktigt och adekvat sätt. I vissa fall kan det också krävas vattendom innan provpumpningen påbörjas.

Provpumpningar kan genomföras på olika sätt, beroende bl a på

- hur stora ekonomiska eller andra värden som berörs
- hur stora grundvattenuttagen skall bli (vattenbehovet)
- vilken typ av grundvattenförekomst som skall utnyttjas
- grundvattenbildningens storlek
- grundvattenmagasinets storlek
- risken för påverkan på kringliggande, befintliga brunnar
- risken för kvalitetsförändring med tiden
- årstidsvariationer i grundvattentillgången

Två exempel kan belysa olika behov avseende omfattningen av en provpumpning.

2.3.2. Provpumpning av brunn i en grusås

I detta första exempel kan det vara en industri eller en kommun som har ett mycket stort vattenbehov - storleksordningen $50 \text{ l/s} = 180\,000 \text{ l/h}$. Så stora vattenmängder kan man få endast i de större sand- och grusavlagringarna (utom i vissa bergarter i Skåne). Det kräver också noggranna och omfattande förundersökningar med t.ex. detaljerade

hydrogeologiska bedömningar, rapportinventering, brunnsinventering, mätningar med georadar och seismik, sonderingsborrning, obsrörslagning, grundvattennivåmätningar, sammanställning av resultaten från dessa förundersökningar, anläggning av en eller flera filterbrunnar, eventuellt vattendom och först därefter provpumpningar.

Sådana provpumpningar brukar inledas med en s.k. stegprovpumpning där man provpumpar brunnen med stegvis ökad kapacitet under en kortare tid (någon timme per steg). Detta ger information om vilken kapacitet som är lämplig för en längre tids provpumpning, med avseende på grundvattenförekomstens egenskaper och brunnens konstruktion.

Före pumpstart bör samtliga kringliggande brunnar inom rimligt avstånd (kanske 1 á 2 km) ha inventerats och provtagits för kemisk vattenanalys. Detta måste göras för att man skall kunna avgöra om provpumpningen (och den eventuella, framtida produktionspumpningen) kan förorsaka försämrade vattenkvalité i brunnarna.

Den egentliga provpumpningen kan i korthet beskrivas på följande sätt. Efter ett noggrant upprättat tidschema startas pumpningen och grundvattennivåerna mäts med lod i tillgängliga obsrör och i lämpliga kringliggande brunnar. Grundvattennivåerna mäts till en början med mycket korta tidsintervall. Man kan säga att alla obsrör och brunnar kräver mer eller mindre kontinuerlig tillsyn det första dygnet. Därefter förlängs tidsintervallen så mycket att grundvattennivåerna i obsrör och brunnar behöver mätas någon gång per dag och så småningom någon gång per vecka. Numera finns instrument för automatisk registrering av grundvattennivåer, vilket kan hålla ner kostnaderna något.

Med matematiska beräkningar av sambanden mellan pumpad kapacitet, förändringen med tiden av grundvattennivåerna (avsänkningen) i obsrör och brunnar och avstånden mellan pumpbrunnen och de olika mätplatserna kan man bestämma akviferens hydrauliska egenskaper i första hand hydraulisk konduktivitet (mått på grundvattnets strömningshastighet), transmissivitet (mått på den vattenmängd som kan röra sig i den geologiska formationen) och magasinskoefficient (mått på den geologiska formationens förmåga att lagra eller avge vatten).

Med ledning av dessa parametrar kan man beräkna om det avsedda grundvattenuttaget verkligen kan tas ut och vilken effekt olika stora grundvattenuttag får på t.ex. grundvattennivån på olika avstånd från brunnen; om grundvattenmagasinet är tillräckligt stort för att klara längre torrperioder etc.

2.3.3. Provpumpning av brunn i berggrunden

I det andra exemplet kan det vara en sommarstugeägare vid kusten, som kan beräknas behöva $600 - 900 \text{ l/d} = 30 \text{ l/h}$. I detta fall måste förundersökningarna bli mycket mer begränsade därför att förutsättningarna är helt annorlunda. Sommarstugetomter såväl som de ekonomiska betingelserna är i allmänhet för små för att medge några omfattande undersökningar. De enda undersökningar som vanligtvis görs är provpumpning och vattenanalys.

I de flesta fall får man den erforderliga vattenmängden och mer. Men om flera sommarstugor med små tomter ligger intill varandra i ett strandnära, låglänt område med tunt jordtäckte är risken stor att vattnet i brunnarna blir salt.

I detta fall utförs provpumpningen vanligen så att brunnen pumpas några timmar direkt efter avslutad borrhning vilket kan vara när som helst på året.

I ett fall som detta har storleken av det tillgängliga magasinet av sött grundvatten avgörande betydelse. Magasinet av sött grundvatten har en gräns i anslutning till stranden, men även en gräns mot salt grundvatten någonstans på djupet nere i berggrunden.

Borrade brunnar har vanligen ett djup av 50 -60 m. I detta fall har man kanske borrarat genom 1,5 m morän och 50 m berg. Den tillgängliga magasinvolymen i morän är i allmänhet ca 5 %. I vanligt urberg är magasinvolymen av storleksordningen 0,05 % i bergmassan som helhet. I sprickzoner är den större och i sprickfria partier mindre. Relationen mellan grundvattenmagasinens storlek kan beräknas: för jordlagren $1,5 \times 5 = 7,5$ och för berggrunden $50 \times 0,05 = 2,5$. Vid fyllda magasin är grundvattentillgången i detta fall således 3 gånger större i jordlagren än i berggrunden, trots att brunnen huvudsakligen är borrarad i berg.

Eftersom grundvattennivån under torrperioder helt naturligt sjunker en å två meter i moränområden betyder det att grundvattenmagasinen i områden med motsvarande eller mindre jordmättighet i stort sett är uttömda vid sådana tillfällen. Något tillskott av grundvatten från jordlagren till berggrunden kan inte längre ske. Pumpar man ytterligare vatten från brunnarna sker tillskottet huvudsakligen från sidorna, varifrån salt vatten kan tränga in, men salt grundvatten kan även tränga in i brunnen från djup långt under brunnsbotten.

Detta betyder att en mycket kortvarig provpumpning av endast en brunn under senhösten med höga grundvattennivåer och fyllda grundvattenmagasin i detta fall mycket väl kan förleda till slutsatsen att det inte finns några problem med salt grundvatten på den aktuella tomten.

Skulle provpumpningen skett i mitten av augusti en torrsommar och pågått ett par veckor samtidigt som grannarna utnyttjade sina brunnar skulle man sannolikt ha uppmärksammat saltvattenproblem.

Således är det viktigaste även i detta andra fall att en provpumpning genomförs på rätt sätt, men framför allt att den utförs vid rätt tid.

Det kan emellertid av olika skäl vara svårt att genomföra provpumpningen så som vore önskvärt, av praktiska och ekonomiska skäl och kanske även för grannsämjans skull.

3. Behov av hydrogeologiska bedömningar i samband med enskild vattenförsörjning

Som tidigare framgått är behoven av och möjligheterna till förundersökningar mycket varierande huvudsakligen beroende på hur stora vattenbehoven är och vilken typ av geologisk formation som avses bli utnyttjad.

I det första exemplet ovan (2.3.2.) där vattenbehovet var mycket stort är det ofrånkomligt att genomföra ett mycket omfattande och kostsamt undersökningsprogram.

I det andra exemplet (2.3.3.), som gällde en sommarstuga i ett strandnära sommarstugeområde vid kusten, var det knappast ens praktiskt-ekonomiskt möjligt att genomföra några egentliga förundersökningar, som skulle kunna avgöra om förutsättningarna för att få ett bra dricksvatten var annorlunda på just den aktuella tomten än vad de var i området som helhet.

Detta beror på att geologiska och hydrogeologiska förhållanden kan variera över så små avstånd som det vanligen är mellan tomter i ett sommarstugeområde. Detta gäller speciellt förhållandena för bergborrade brunnar, där varje brunns influensområde kan sträcka sig flera hundra meter ut från brunnen, vilket innebär att flera närbelägna brunnar i urberg, som pumpas samtidigt kan interferera med varandra på ett mycket komplicerat sätt.

Den viktigaste undersökningen i det aktuella exemplet var att genomföra en provpumpning på riktigt sätt och vid rätt tid, något som av praktiska skäl inte alltid är så lätt. En provpumpning blir också förhållandevis kostsam.

I sommarstugeområden och andra områden där behovet av enskild vattenförsörjning är stort, i den meningen att många brunnar kan behöva anläggas i ett mycket begränsat område, kan man göra

hydrogeologiska bedömningar av grundvattenförekomsten baserad på vattenbalansberäkningar och beräkningar av tillgängliga grundvattenmagasin. Vikten av beräkningar av tillgängliga grundvattenmagasin har emellertid inte alltid beaktats.

Sådana beräkningar bör naturligtvis göras innan ett område byggs ut. De bör ingå i beslutsunderlaget innan bygglov ges. Denna typ av beräkningar kan även ha stor betydelse t.ex. när det gäller att avgöra tillåtligheten av att omvandla ett område eller enskilda fastigheter från fritidsboende till permanentboende, vilket oftast innebär ökat vattenbehov, varvid grundvattentillgången kanske inte längre räcker till.

Bedömningarna kan även gälla vattenkvaliteten avseende t.ex. salt grundvatten, kväveföreningar, fluorid och radon.

4. Metoder för hydrogeologiska bedömningar i samband med enskild vattenförsörjning och deras tillförlitlighet

4.1. Allmänt

Vad gäller metoder att göra hydrogeologiska bedömningar av möjligheterna till enskild vattenförsörjning, kan dessa grovt indelas i tre ambitionsnivåer vad gäller noggrannhet, tillförlitlighet och kostnad.

1. studier av tillgängliga hydrogeologiska och geologiska kartor samt av uppgifter från SGUs brunnsarkiv och eventuellt andra arkiv och databaser t.ex. kommunala
2. studier enligt 1. utökade med vattenbalansberäkningar och beräkningar av tillgängliga grundvattenmagasin
3. studier enligt 1. och 2. utökade med översiktliga undersökningar av frågor som gäller vattenkvaliteten samt propumpningar med hydrauliska utvärderingar

Nivå 1 innefattar endast skrivbordsarbete med studier av kartor och sammanställning av uppgifter från befintliga arkiv och databaser.

Nivå 2 innefattar även visst beräkningsarbete och besiktning i fält.

Nivå 3 innefattar dessutom vissa geofysiska och/eller hydrogeologiska arbeten i fält samt propumpningar med utvärderingar.

I de följande kapitlen illustreras de olika bedömningsmetoderna med olika exempel. I dessa exempel har antagits olika värden på t ex markens porositet, grundvattenbildningens storlek mm. Dessa värden bedöms som realistiska men i ett konkret fall kan andra värden gälla beroende på hur de särskilda förutsättningarna är.

4.2. Hydrogeologiska bedömningar i olika ambitionsnivåer

4.2.1. Bedömningar i nivå 1

Hydrogeologiska bedömningar i nivå 1 kan med ledning av bl.a. hydrogeologiska kartor ge sådan information som t.ex.:

- brunnar i berggrunden i området ger i allmänhet mellan 600 och 2 000 l/h
(om de inte ligger så nära varandra så att de påverkar varandra, d.v.s. mindre än ett par hundra meter)
- i en viss sand- och grusavlagring kan man ur en eller flera (filter)brunnar erhålla totalt mellan 5 och 25 l/s = 18 000 - 90 000 l/h
- i trakten i stort är det, eller är det inte, risk för salt grundvatten eller grundvatten med för höga fluorhalter

Från SGUs och eventuellt andra förekommande arkiv och databaser kan man få information om hur mycket de närmast kringliggande, registrerade brunnarna ger och i vissa fall även uppgifter om vattenkvalitén.

Man får även inhämta information, i första hand från kommunen, om i området befintlig bebyggelse och befintligt grundvattenutnyttjande.

Bedömningarna i nivå 1 ger sådan information att man kan avgöra om det över huvud taget föreligger några möjligheter att erhålla de grundvattenmängder som önskas.

De kan även peka på eventuellt förekommande risker beträffande vissa kvalitetsfrågor.

4.2.2. Bedömningar i nivå 2

I nivå 2 utvidgas arbets- och kostnadsinsatserna med konkreta beräkningar av vattenbalansen och volymerna av de på den aktuella platsen tillgängliga grundvattenmagasinen. Sådana beräkningar bör ingå i beslutsunderlagen dels för att gå vidare med en exploatering och dels också för ett eventuellt, framtida bygglov.

Följande avsnitt visar hur en beräkning av grundvattentillgångarna i ett fall som liknar exempel 2, avsnittet 2.3.3., kan utföras.

4.2.2.1 Grunder för bedömningar av grundvattentillgångar

Tillgången på grundvatten i ett område begränsas i första hand av två faktorer. Den ena är den mängd grundvatten som nybildas i området och den andra är förutsättningarna för att detta grundvatten skall kunna magasineras i området. Om grundvattenmagasinen är små eller redan fulla kommer ytterligare tillskott till magasinen att rinna av såsom ett bräddavlopp om tillskotten överstiger tillgänglig magasinvolym.

Vid pumpning av en bergborrad brunn i ett vanligt urbergsområde kommer vatten att rinna till från områden långt utanför den egna villa- eller sommarstugetomten. Influensoområdets storlek beror i första hand på vattenuttagets storlek och på berggrundens magasinskoefficient (tillgänglig porvolym). Tillrinningen till brunnen kan ske från avstånd av ett hundratal meter.

På samma sätt kan tillrinningen ske till ett helt sommarstugeområde med många brunnar från områden utanför det egna området. Vid ett visst tillfälle kanske detta vatten inte utnyttjas av ägare till den omgivande marken och vattentillgången kan synas vara mycket god.

Det är emellertid inte givet att en fastighetsägare eller motsvarande sommarstugeförening i framtiden kan utnyttja grundvattentillgångar som på ett eller annat sätt tillhör, och i framtiden kan komma att disponeras av en angränsande fastighet.

Därför bör grundvattenbildningens och grundvattenmagasinens storlek beräknas med utgångspunkt från den egna fastigheten storlek, även om tillrinning kan ske från angränsande fastigheter.

Jordlagrens mäktighet är i detta fall relativt ringa, i genomsnitt kanske ca 2 meter, och den vattenförande delen 1,5 m.

Grundvattennivåerna i jord och berg varierar på ett naturligt sätt så att de i stora delar av landet är högst vid snösmältningen på våren och lägst i början av hösten. Det tillgängliga grundvattnet i jordlagren är beroende av bl.a. dessa nivåvariationer.

Av naturliga skäl är grundvattennivåerna lägst vid torrår. Enligt uppgifter i SGUs Grundvattennät, där bl.a. de naturliga variationerna av grundvattennivåer övervakas och registreras på ett flertal ställen i landet, har grundvattennivån i morän under torrår på de flesta ställen sjunkit med minst 1,5 meter i slutet av juli. Detta gäller i första hand grundvatten i morän i relativt höga terränglägen, och innebär att grundvattnet dränerats bort och att många grävda brunnar under torrår sinar någon gång under andra hälften av juli, vare sig man tar vatten från brunnarna eller inte.

Detta är en av utgångspunkterna vid bedömningarna av tillgängligt grundvatten. En annan är att den effektiva porositeten i moränen är ca 5%.

Vad beträffar bedömningarna av tillgängligt grundvatten i berggrunden måste följande synpunkter beaktats.

För att undvika salt grundvatten har den bedömningen gjorts att grundvattenytan i bergborrade brunnar i allmänhet inte bör sänkas mer än ett visst antal meter. (Beroende bl.a. på den oregelbundna sprickigheten i berggrunden skulle emellertid grundvattenytan knappast komma att inställa sig på en helt jämn nivå.)

Berggrundens effektiva porositet kan bedömas vara ca 0,05 % i bergmassan som helhet. I sprickzoner är den större och i sprickfria partier mindre.

Beträffande beräkningar av nybildning av grundvatten finns vid sådana översiktliga studier som det här är fråga om i första hand två betraktelsesätt. Det ena, som kan kallas det hydrometeorologiska, utgår från att all nederbörd som inte avdunstar bildar grundvatten. Detta rinner med varierande hastighet via jord och berg ut i havet. Härvid utgår man från en vattenbalansekvation, som rörande längre tidsperspektiv kan skrivas:

Nederbörden - Avdunstningen = Avrinningen = Grundvattenbildningen

Ett representativt värde på avrinningen skulle i detta område kunna vara ca 200 mm/år, d.v.s. 200 l/m² och år. Detta innebär således att denna mängd bildar grundvatten.

En stor del av denna vattenmängd rinner emellertid snabbt bort och snabbare ju mer välfyllda grundvattenmagasinen är. Man kan också säga att en naturlig avrinning från grundvattenmagasinen pågår så länge grundvattennivån är högre än havsnivån.

Det har av praktiska skäl i de flesta fall visat sig vara mycket svårt att tillgodogöra sig allt grundvatten. Därför har man erfarenhetsmässigt utbildat ett andra synsätt, grundat på tumregler, eller standardberäkningar för hur stor del av nederbörden som man kan räkna med att praktiskt kunna utnyttja. I områden av sådan beskaffenhet som detta räknar man vanligen med 10 % av nederbörden. I beräkningarna nedan har nederbörden under sådana torrår som återkommer vart tionde år = 475 mm/år använts som underlag.

I detta fall bildas så mycket som 200 l/m² ett normalår, men det är erfarenhetsmässigt endast 47,5 l/m² som det är praktiskt möjligt att utnyttja under ett torrår.

4.2.2.2. Bedömningar av grundvattentillgångar

Med hänsyn till vattenbalansen finns det som ovan nämnts flera sätt att beräkna grundvattentillgångarna. Nedan följer beräkningar enligt dessa olika sätt.

Följande ingångsvärden för beräkningarna har använts:

Sommarstugeområdets areal är $15 \text{ ha} = 15 \times 10^4 \text{ m}^2$
 avrinningen $200 \text{ mm/år} = \text{grundvattenbildningen } 0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2, \text{år}$
 nederbörden torrår (1/10) 475 mm ,
 $(10\% \text{ av } 475 \text{ mm} = 4,75 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{m}^2)$
 ca 20% av ytan är morän med genomsnittlig mäktighet av 2 m ,
 moränens grundvattenförande mäktighet $1,5 \text{ m}$
 moränens effektiva porositet 5% ,
 berggrundens effektiva porositet $0,05\%$,
 genomsnittlig förbrukning $0,7 \text{ m}^3/\text{d, tomt}, *$

(*Detta värde är valt som exempel. I vissa områden anses förbrukningen vara $0,3 \text{ m}^3/\text{d, tomt}$ i andra $0,9$. Olika kommuner har olika normer. Den faktiska förbrukningen är i allmänhet okänd. Den varierar med tiden och mellan olika områden.)

1. Hydromet.ber.

$(15 \times 10^4 \times 0,2) : 365 = 82,2 \text{ m}^3/\text{d}$, tillåter $82,2 : 0,7 = 117$ tomter om man kunde utnyttja allt grundvatten som bildats under ett normalår.

2. Standard ber.

$(15 \times 10^4 \times 4,75 \times 10^{-2}) : 365 = 19,5 \text{ m}^3/\text{d}$, tillåter $19,5 : 0,7 = 27$ tomter om man kunde fördela det praktiskt åtkomliga grundvattnet på ett utjämnat sätt under ett torrår.

Dessa två beräkningar visar att grundvattenbildningen i sig skulle kunna räcka till ett förhållandevis stort antal tomter, men en mycket viktig fråga är om grundvattenmagasinen är tillräckligt stora för att klara sommarmånaderna, då det normalt inte nybildas mycket grundvatten och det under torrår inte nybildas något grundvatten alls under juni, juli och augusti.

3. Ber. av grundvattenmagasinen

A. i jordlagren

$(15 \times 10^4 \times 20 \times 10^{-2} \times 1,5 \times 10^{-2}) : 60 = 37,5 \text{ m}^3$ per dygn i två månader. Detta motsvarar 53 tomters vattenanvändning under juni och juli. Därefter är grundvattenmagasinen i jordlagren tömda under ett torrår.

Detta innebär att grundvattenmagasinet i jordlagren väl räcker till för att förse magasinet i det underliggande berget med vatten de två första sommarmånaderna, då vattnet sjunker nedåt och håller detta i stort sett fullt. Därefter är magasinet i jordlagren i princip tomt och endast bergmagasinet återstår för den sista torra sommarmånaden.

B. i berggrunden, vid 3 m avsänkning

$(15 \times 10^4 \times 3 \times 5 \times 10^{-4}) : 30 = 7,5 \text{ m}^3 / \text{d}$, tillåter $7,5 : 0,7 = 10$ tomter under augusti.

vid 4 m avsänkning

$(15 \times 10^4 \times 4 \times 5 \times 10^{-4}) : 30 = 10 \text{ m}^3 / \text{d}$, tillåter $10 : 0,7 = 14$ tomter under augusti.

vid 5 m avsänkning

$(15 \times 10^4 \times 5 \times 5 \times 10^{-4}) : 30 = 12,5 \text{ m}^3 / \text{d}$, tillåter $12,5 : 0,7 = 17$ tomter under augusti.

Hur många meter man kan tillåta en generell avsänkning av grundvattennivån står i detta fall i relation till hur många meter den ursprungligen låg över havsnivån. I ett strandnära område med en generell marknivå av ca 10 m ö.h. kan ett grundvattenuttag som motsvarar en generell avsänkning på 5 m av den ursprungliga grundvattennivån vara så mycket att vattnet kan bli saltpåverkat.

Här kan tilläggas att magasinberäkningarna här gällt ett " normalt " urberg. I t.ex. sedimentådergnejs, en bergart som förekommer på många ställen, kan magasinskoefficienten vara 4 - 5 gånger lägre, vilket minskar möjligheterna till vattenförsörjning och därmed bebyggelse i motsvarande grad.

Beräkningarna i detta fall visar att:

- den mest kritiska tiden är slutet av sommaren, innan höstregnen åter börjat fylla på grundvattenmagasinen

- vad som är dimensionerande för hur många tomter som kan bebyggas i området är grundvattenmagasinen i berggrunden (vilket innefattar bedömningar av hur mycket man kan avsänka grundvattennivån utan att salt vatten tränger in från havet (eller underifrån) d.v.s. att

- saltvattenrisken måste beaktas

4.2.3. Bedömningar i nivå 3

I nivå 3 utvidgas arbets- och kostnadsinsatserna ytterligare med arbeten i fält som syftar till att samla in ny data och data som gäller just det aktuella området och den eller de brunnar som skall utnyttjas för vattenförsörjningen, och som kan ge ett så bra beslutsunderlag som möjligt inom rimliga kostnadsramar. Det kan röra sig om:

- vattenprovtagning och analys av brunnar varifrån data saknas
- studier av tidsmässiga variationer av grundvattenkvalitén
- mätning av grundvattennivåer
- geofysiska mätningar för t.ex:
 - lokalisering av vattenförande sprickzoner i berggrunden
 - precisering av jordartsförhållanden
 - bedömning av risken för salt grundvatten
- hydrauliska beräkningar baserade på korta, men strikt utförda, propumpningar genomförda vid ett visst tillfälle som läggs till grund för bedömningar av hur situationen skulle vara i slutet av sommaren under ett torrår

4.2.3.1. Risken för salt grundvatten

Risken att få salt grundvatten på grund av direkt inträngning av havsvatten vid anläggande av bergborrade brunnar är av naturliga skäl större ju närmare stranden man borrar. På ett avstånd av några hundra meter från stranden torde dock den risken vanligen vara liten. Det salta grundvatten som påträffas i brunnar på större avstånd från havet härrör från mer eller mindre stora djup under brunnsområdet.

Beträffande möjligheterna att bedöma risken för salt grundvatten i sådana områden, pekar nuvarande kunskaper på att salt grundvatten förekommer över allt, inte bara nära kusten och inte heller endast i områden som efter senaste istiden varit täckta av salta hav. I samband med djupbörningen vid Gravberg i Siljansområdet påträffades salt grundvatten på ca 4 000 m djup och på ca 6 000 m djup påträffades en saltlake med salthalt av storleksordningen 100 000 mg/l. Motsvarande saltlake har nu påträffats även i Oskarshamnsområdet och på "endast" ca 1 000 m djup.

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

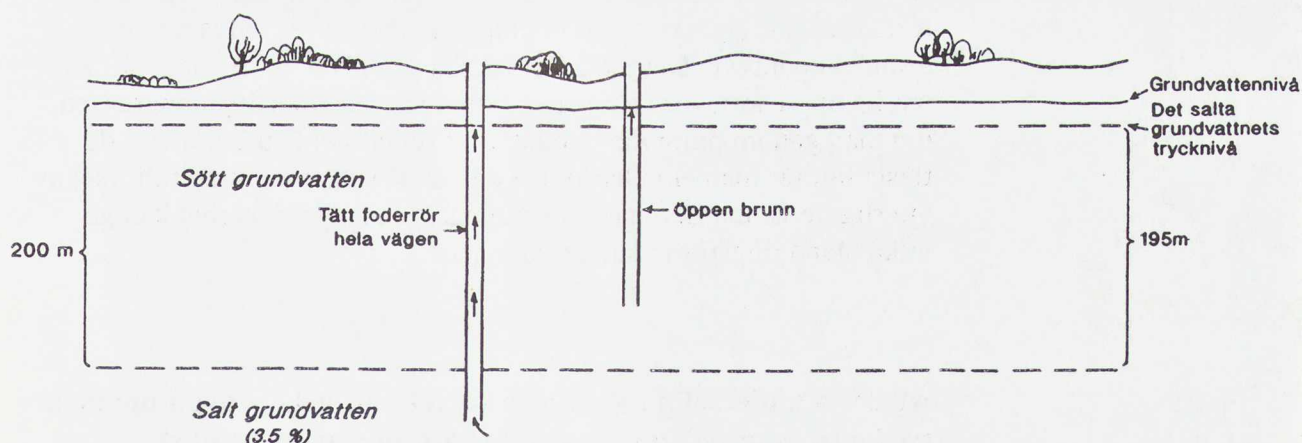
Som exempel på resultat från sådana mätningar kan följande uppgifter ges:

Djup från markyta till gränsen mellan sött och salt grundvatten

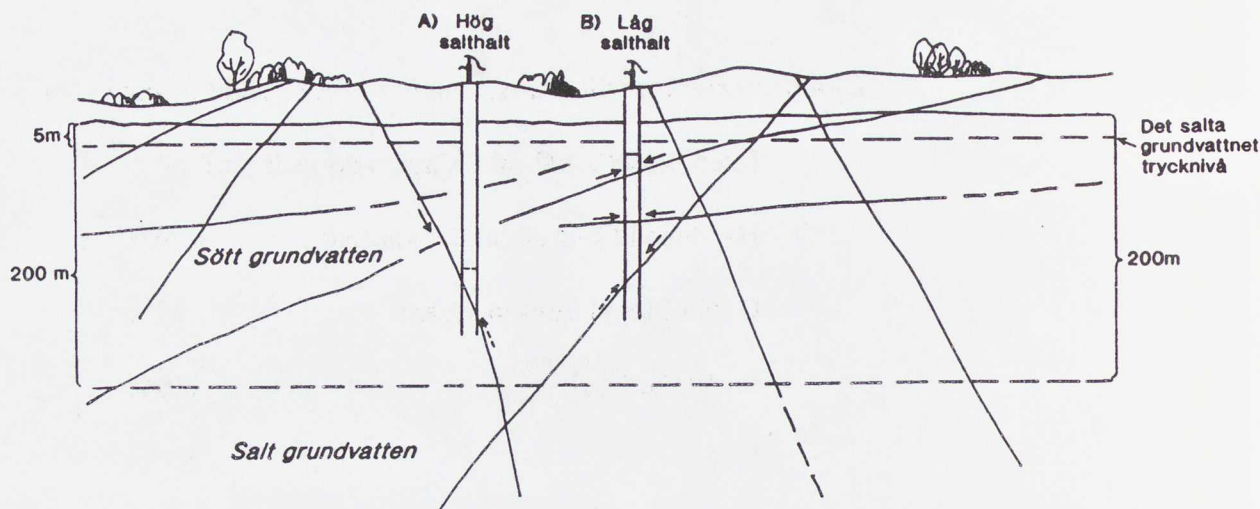
-Liten ö (600x400 m) i Västerviks skärgård	50 m
-Harstena i Östergötlands skärgård	50 m
-Gålö i Stockholms skärgård	75 m
-Smådalarö "	150 m
-Utö "	200 m
-Ornö "	250 m

Dessa värden får inte ses som största tillåtna borrhjup utan måste ses som relativa mått på risken att erhålla ett salt grundvatten inne på öar.

Detta beror på att en brunn inte måste nå ända ner till saltvattengränsen för att den skall kunna bli påverkad av det salta grundvattnet.



Enligt principen om kommuniserande kärl balanseras en 200 m pelare med sött vatten av en 195 m pelare med salt vatten (3,5 %).



Brunn A får vatten från i huvudsak en, dåligt vattenförande spricka. Den övre delen av sprickan töms efter en tid på sitt söta vatten. Via den undre delen av sprickan trycks det salta vattnet upp utan att sina. Brunnen ger vatten med hög salthalt. Brunn B får vatten från flera rikligt givande sprickor med sött vatten och det förhållandevis lilla bidraget av salt vatten från djupet medför att brunnen ger vatten med låg salthalt.

Om gränsen till det salta grundvattnet ligger 200 m under grundvattennivån (den söta) och salthalten motsvarar havens salthalt, så innebär de hydrauliska tryckförhållandena att det salta vattnets trycknivå inte ligger på 200 m djup utan endast ca 5 m lägre än grundvattennivån. Detta medför att salt grundvatten i många fall kan trycka upp i sprickor som via en brunn når ner till saltvattnengränsen, om man genom pumpning dränerar ut sötvattnet i sprickorna. I de flesta fall får man emellertid inte ett "rent" saltvatten utan tillförsel av ytterligare vatten från en mycket oregelbunden sprickighet kan ge vilka blandningsförhållanden som helst.

Av dessa undersökningar torde korrekt utförda provpumpningar med övervakning av vattenkvalité åtföljda av hydrauliska utvärderingar vara bland de viktigaste.

5. Befintligt underlagsmaterial för hydrogeologiska bedömningar

5.1. *Befintligt kartmaterial*

Som tidigare nämnts inleds vanligen en hydrogeologisk undersökning med inventering av tillgängliga berggrunds-, jordarts- och hydrogeologiska kartor.

Tillgängligheten av de geologiska kartorna varierar mycket i olika delar av landet. Berggrundskartor, jordartskartor och hydrogeologiska kartor i skala 1 : 250 000 finns över stora delar av landet. Denna skala är dock allt för översiktlig för att vara mer än grovt vägledande i samband med konkreta grundvattenundersökningar.

Moderna jordarts- och berggrundsgeologiska kartor i skala 1 : 50 000 finns huvudsakligen i tätbefolkade områden i södra Sverige och i Norrlands malmprovinser. Moderna jordartskartor i skala 1 : 100 000 finns över Västerbottens och Norrbottens kustland. Hydrogeologiska kartor i skala 1 : 50 000 finns i mycket begränsad omfattning i Mellansverige och i Skåne. Se SGUs kartkatalog för närmare information.

Orsaken till att så få hydrogeologiska kartor i skala 1 : 50 000 finns tillgängliga är att resurserna för hydrogeologisk kartering inledningsvis koncentrerats på länskartering i skala 1 : 250 000. Regional undersökning och kartläggning av landets grundvattentillgångar påbörjades mycket sent jämfört med kartläggningen av berggrund och jordarter. Den första berggrunds- och jordartskartan i serie Aa kom 1862 och den första grundvattenkartan kom 1970.

SGUs resurser för hydrogeologisk kartering kommer emellertid nu, allt efter som länskarteringen blir färdig, att successivt överflyttas till kommunvis kartering i skala 1 : 50 000. Detaljeringsgraden blir betydligt större än på länskartorna och kommunkartorna kommer att i stor utsträckning kunna anpassas efter de enskilda kommunernas behov.

5.2. *Tillgänglighet av befintliga rapporter och utredningar*

Uppgifter om resultat från eventuellt tidigare utförda hydrogeologiska undersökningar i området i form av rapporter och utredningar kan sökas ut från SGUs rapportarkiv samt arkiv hos kommun, länsstyrelse, vattendomstol samt konsultföretag och eventuellt andra företag.

SGUs rapportarkiv har i huvudsak byggts upp i samband med den hydrogeologiska länskarteringen. Ett viktigt led i denna kartering är att sammanställa information från äldre utredningar. Detta har tillgått så att kommuners, länsstyrelser och konsultföretags arkiv har genomgått. En stor del av dessa ingår därför i SGUs rapportarkiv.

SGUs rapportarkiv omfattar ca 5 600 rapporter avseende grundvattenfrågor.

I SGUs brunnsarkiv finns data från ca 150 000 brunnar.

I SGUs arkiv över kemiska analyser av brunnsvatten finns ca 35 000 analysprotokoll.

Samtliga arkiv har fullständig tillgänglighet för var och en som önskar uppgifter från dessa. Uppgifterna kan lämnas i tabellform och/eller utplottade på kartor.

På SGU finns således omfattande databaser, vilka kan ligga till grund för översiktliga bedömningar i ett tidigt planeringsskede.

5.3. Tillgänglighet av övrig nödvändig information

Förutom information om geologiska och hydrogeologiska förhållanden krävs meteorologisk information, i första hand information om nederbörd, avdunstning och avrinning.

Denna information finns väl tillgänglig från ett stort antal nederbördsstationer runt om i landet och tillhandahålls av SMHI.

En annan viktig fråga som kan sägas höra hit gäller hur stort vattenbehovet skall anses vara per hushåll (tomt) såväl för permanent boende som för fritidsboende.

I detta avseende varierar kraven på vattentillgång från kommunernas sida i samband med bygglov förhållandevis mycket mellan olika kommuner. Det kan i en kommun röra sig om 300 l/d och hushåll och i en annan 900 l/d och hushåll. Detta kan naturligtvis leda till att det på ett ställe tillåts tre gånger så många bostäder som på ett annat, även om förutsättningarna i övrigt är helt lika. Jfr avsnitt 4.2.2.2.

6. Kostnader för olika hydrogeologiska bedömningar

Det är naturligtvis svårt att ge en fullständig överblick av hur stora kostnaderna är för olika hydrogeologiska bedömningar, men som i fallet med ett kustnära sommarstugeområde kan kostnadsnivåerna för de olika ambitionsnivåerna uttryckas på följande sätt:

Ambitionsnivå 1, studier av tillgängliga hydrogeologiska och geologiska kartor samt av uppgifter från SGUs brunnarkiv samt andra arkiv och databaser, sammanställning av uppgifter om befintlig bebyggelse och befintligt grundvattenutnyttjande, **2 - 4 arbetsdagar** (10 - 20 000 kr, plus moms), vilket kan ge sådan information att man kan avgöra om det över huvud taget är möjligt att erhålla de grundvattenmängder som önskas.

Ambitionsnivå 2, studier enligt 1. utökade med vattenbalansberäkningar och beräkningar av tillgängliga grundvattenmagasin, **5 - 10 arbetsdagar** (25 - 50 000 kr, plus moms och reskostnader). Detta ger information om hur stora grundvattentillgångarna är och vilka kritiska frågor som kan behöva utredas närmare.

Ambitionsnivå 3, studier enligt 1. och 2. utökade med undersökningar som gäller vattenkvalité samt provpumpningar med hydrauliska beräkningar, **10 - 15 arbetsdagar** (50 - 75 000 kr plus moms och reskostnader samt eventuella kostnader för arbetsinsatser som rör t.ex. brunnborrning). Detta ger konkret information om konsekvenserna av vattenuttag ur de vattentäkter som skall utnyttjas, bl. a. avseende:

- Faktiska uttagsmöjligheter
- Vattenkvalité
- Eventuell påverkan på kringliggande brunnar
- Möjligheter till beräkningar av konsekvenserna av olika långa torrperioder, ökade eller minskade grundvattenuttag m.m.

I samband med vattenförsörjning för enstaka hushåll kan dessa ambitionsnivåer vara för kostsamma. Vad man i känsliga områden i första hand skulle kunna begära (kräva) i sådana fall är bättre utförda provpumpningar och utvärderingar av dessa än vad som i allmänhet görs.



Statens offentliga utredningar 1994

Kronologisk förteckning

1. Ändrad ansvarsfördelning för den statliga statistiken. Fi.
2. Kommunerna, Landstingen och Europa + Bilagedel. C.
3. Mäns föreställningar om kvinnor och chefskap. S.
4. Vapenlagen och EG. Ju.
5. Kriminalvård och psykiatri. Ju.
6. Sverige och Europa. En samhällsekonomisk konsekvensanalys. Fi.
7. EU, EES och miljön. M.
8. Historiskt vägval – Följderna för Sverige i utrikes- och säkerhetspolitiskt hänseende av att bli, respektive inte bli medlem i Europeiska unionen. UD.
9. Förnyelse och kontinuitet – om konst och kultur i framtiden. Ku.
10. Anslutning till EU – Förslag till övergripande lagstiftning. UD.
11. Om kriget kommit... Förberedelser för mottagande av militärt bistånd 1949-1969 + Bilagedel. SB.
12. Suveränitet och demokrati + bilagedel med expertuppsatser. UD.
13. JIK-metoden, m.m. Fi.
14. Konsumentpolitik i en ny tid. C.
15. På väg. K.
16. Skoterkörning på jordbruks- och skogsmark. Kartläggning och åtgärdsförslag. M.
17. Års- och koncernredovisning enligt EG-direktiv. Del I och II. Ju.
18. Kvalitet i kommunal verksamhet – nationell uppföljning och utvärdering. C.
19. Rena roller i biståndet – styrning och arbetsfördelning i en effektiv biståndsförvaltning. UD.
20. Reformerat pensionssystem. S.
21. Reformerat pensionssystem. Bilaga A. Kostnader och individeffekter. S.
22. Reformerat pensionssystem. Bilaga B. Kvinnors ATP och avtalspensioner. S.
23. Förvalta bostäder. Ju.
24. Svensk alkoholpolitik – en strategi för framtiden. S.
25. Svensk alkoholpolitik – bakgrund och nuläge. S.
26. Att förebygga alkoholproblem. S.
27. Vård av alkoholmissbrukare. S.
28. Kvinnor och alkohol. S.
29. Barn – Föräldrar – Alkohol. S.
30. Vallagen. Ju.
31. Vissa mervärdesskattefrågor III – Kultur m.m. Fi.
32. Mycket Under Samma Tak. C.
33. Vandels betydelse i medborgarskapsärenden, m.m. Ku.
34. Tekniskt utrymme för ytterligare TV-sändningar. Ku.
35. Vår andes stämma – och andras. Kulturpolitik och internationalisering. Ku.
36. Miljö och fysisk planering. M.
37. Sexualupplysning och reproduktiv hälsa under 1900-talet i Sverige. UD.
38. Kvinnor, barn och arbete i Sverige 1850-1993. UD.
39. Gamla är unga som blivit äldre. Om solidaritet mellan generationerna. Europeiska äldreåret 1993. S.
40. Långsiktig strålskyddsforskning. M.
41. Ledighetslagstiftningen – en översyn. A.
42. Staten och trossamfunden. C.
43. Uppskattad sysselsättning – om skatternas betydelse för den privata tjänstesektorn. Fi.
44. Folkbokföringsuppgifterna i samhället. Fi.
45. Grunden för livslångt lärande. U.
46. Sambandet mellan samhällsekonomi, transfereringar och socialbidrag. S.
47. Avveckling av den obligatoriska anslutningen till studentkårer och nationer. U.
48. Kunskap för utveckling + bilagedel. A.
49. Utrikessekretessen. Ju.
50. Allemanssparandet – en översyn. Fi.
51. Minne och bildning. Museernas uppdrag och organisation + bilagedel. Ku.
52. Teaterns roller. Ku.
53. Mästarbrev för hantverkare. Ku.
54. Utvärdering av praxis i asylärenden. Ku.
55. Rätten till ratten – reformerat bilstöd. S.
56. Ett centrum för kvinnor som våldtagits och misshandlats. S.
57. Beskattning av fastigheter, del II – Principiella utgångspunkter för beskattning av fastigheter m.m. Fi.
58. 6 Juni Nationaldagen. Ju.
59. Vilka vattendrag skall skyddas? Principer och förslag. M.
59. Vilka vattendrag skall skyddas? Beskrivningar av vattenområden. M.
60. Särskilda skäl – utformning och tillämpning av 2 kap. 5 § och andra bestämmelser i utlänningslagen. Ku.
61. Pantbankernas kreditgivning. N.
62. Rationaliserad fastighetstaxering, del I. Fi.
63. Personnummer – integritet och effektivitet. Ju.
64. Med raps i tankarna? M.
65. Statistik och integritet, del 2 – Lag om personregister för officiell statistik m.m. Fi.
66. Finansiella tjänster i förändring. Fi.
67. Räddningstjänst i samverkan och på entreprenad. Fö.
68. Otillbörlig kurspåverkan och vissa insiderfrågor. Fi.

Statens offentliga utredningar 1994

Kronologisk förteckning

69. On the General Principles of Environment Protection. M.
 70. Inomkommunal utjämning. Fi.
 71. Om intyg och utlåtanden som utfärdas av hälso- och sjukvårdspersonal i yrkesutövningen. S.
 72. Sjukpenning, arbetsskada och förtidspension – förutsättningar och erfarenheter. S.
 73. Ungdomars välfärd och värderingar – en undersökning om levnadsvillkor, livsstil och attityder. C.
 74. Punktskatterna och EG. Fi.
 75. Patientskadelag. C.
 76. Trade and the Environment – towards a sustainable playing field. M.
 77. Tillvarons trösklar. C.
 78. Citytunneln i Malmö. K.
 79. Allmänhetens bankombudsman. Fi.
 80. Iakttagelser under en reform – Lägesrapport från Resursberedningens uppföljning vid sex universitet och högskolor av det nya resurstilldelningssystemet för grundläggande högskoleutbildning. U.
 81. Ny lag om skiljeförfarande. Ju.
 82. Förstärkta miljöinsatser i jordbruket – svensk tillämpning av EG:s miljöprogram. Jo.
 83. Övergång av verksamheter och kollektiva uppsägningar. EU och den svenska arbetsrätten. A.
 84. Samvetsklausul inom högskoleutbildningen. U.
 85. Ny lag om skatt på energi.
En teknisk översyn och EG-anpassning.
– Motiv. Del I.
– Författningstext och bilagor. Del II. Fi.
 86. Teknologi och vårdkonsumtion inom sluten somatisk korttidsvård 1981-2001. S.
 87. Nya tidpunkter för redovisning och betalning av skatter och avgifter. Fi.
 88. Mervärdesskatten och EG. Fi.
 89. Tullagstiftningen och EG. Fi.
 90. Kart- och fastighetsverksamhet – finansiering, samordning och författningsreglering. M.
 91. Trafiken och koldioxiden – Principer för att minska trafikens koldioxidutsläpp. K.
 92. Miljözoner för trafik i tätorter. K.
 93. Levande skärgårdar. Jo.
 94. Dagspressen i 1990-talets medielandskap. Ku.
 95. En allmän sjukvårdsförsäkring i offentlig regi. S.
 96. Följdlagstiftning till miljöbalken. M.
 97. Reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar. M.
-

Statens offentliga utredningar 1994

Systematisk förteckning

Utbildningsdepartementet

Grunden för livslångt lärande. [45]
Avveckling av den obligatoriska anslutningen till studentkårer och nationer. [47]
Iakttagelser under en reform – Lägesrapport från Resursberedningens uppföljning vid sex universitet och högskolor av det nya resurstilldelningssystemet för grundläggande högskoleutbildning. [80]
Samvetsklausul inom högskoleutbildningen. [84]

Jordbruksdepartementet

Förstärkta miljöinsatser i jordbruket
– svensk tillämpning av EG:s miljöprogram. [82]
Levande skärgårdar. [93]

Kulturdepartementet

Förnyelse och kontinuitet – om konst och kultur i framtiden. [9]
Vandelns betydelse i medborgarskapsärenden, m.m. [33]
Tekniskt utrymme för ytterligare TV-sändningar. [34]
Vår andes stämma – och andras.
Kulturpolitik och internationalisering. [35]
Minne och bildning. Museernas uppdrag och organisation + bilagedel. [51]
Teaterns roller. [52]
Mästarbrev för hantverkare. [53]
Utvärdering av praxis i asylärenden. [54]
Särskilda skäl – utformning och tillämpning av 2 kap. 5 § och andra bestämmelser i utlänningslagen. [60]
Dagspressen i 1990-talets medielandskap. [94]

Näringsdepartementet

Pantbankernas kreditgivning. [61]

Arbetsmarknadsdepartementet

Ledighetslagstiftningen – en översyn [41]
Kunskap för utveckling + bilagedel. [48]
Övergång av verksamheter och kollektiva uppsägningar. EU och den svenska arbetsrätten. [83]

Civildepartementet

Kommunerna, Landstingen och Europa.
+ Bilagedel. [2]
Konsumentpolitik i en ny tid. [14]
Kvalitet i kommunal verksamhet – nationell uppföljning och utvärdering. [18]
Mycket Under Samma Tak. [32]
Staten och trossamfunden. [42]
Ungdomars välfärd och värderingar – en undersökning om levnadsvillkor, livsstil och attityder. [73]
Patientskadelag. [75]
Tillvarons trösklar. [77]

Miljö- och naturresursdepartementet

EU, EES och miljön. [7]
Skoterkörning på jordbruks- och skogsmark.
Kartläggning och åtgärdsförslag. [16]
Miljö och fysisk planering. [36]
Långsiktig strålskyddsforskning. [40]
Vilka vattendrag skall skyddas? Principer och förslag. [59]
Vilka vattendrag skall skyddas? Beskrivningar av vattenområden. [59]
Med raps i tankarna? [64]
On the General Principles of Environment Protection. [69]
Trade and the Environment – towards a sustainable playing field. [76]
Kart- och fastighetsverksamhet
– finansiering, samordning och författningsreglering. [90]
Följdlagstiftning till miljöbalken. [96]
Reglering av vattenuttag ur enskilda brunnar. [97]

Statens offentliga utredningar 1994

Systematisk förteckning

Statsrådsberedningen

Om kriget kommit... Förberedelser för mottagande av militärt bistånd 1949-1969 + Bilagedel. [11]

Justitiedepartementet

Vapenlagen och EG [4]
Kriminalvård och psykiatri. [5]
Års- och koncernredovisning enligt EG-direktiv.
Del I och II. Ju. [17]
Förvalta bostäder. [23]
Vallagen. [30]
Utrikessekretessen. [49]
6 Juni Nationaldagen. [58]
Personnummer – integritet och effektivitet. [63]
Ny lag om skiljeförfarande. [81]

Utrikesdepartementet

Historiskt vägval – Följderna för Sverige i utrikes- och säkerhetspolitiskt hänseende av att bli, respektive inte bli medlem i Europeiska unionen. [8]
Anslutning till EU – Förslag till övergripande lagstiftning. [10]
Suveränitet och demokrati
+ bilagedel med expertuppsatser. [12]
Rena roller i biståndet – styrning och arbetsfördelning i en effektiv biståndsförvaltning. [19]
Sexualupplysning och reproduktiv hälsa under 1900-talet i Sverige. [37]
Kvinnor, barn och arbete i Sverige 1850-1993. [38]

Försvarsdepartementet

Räddningstjänst i samverkan och på entreprenad. [67]

Socialdepartementet

Mäns föreställningar om kvinnor och chefskap. [3]
Reformerat pensionssystem. [20]
Reformerat pensionssystem. Bilaga A.
Kostnader och individeffekter. [21]
Reformerat pensionssystem. Bilaga B.
Kvinnors ATP och avtalspensioner. [22]
Svensk alkoholpolitik – en strategi för framtiden. [24]
Svensk alkoholpolitik – bakgrund och nuläge. [25]
Att förebygga alkoholproblem. [26]
Vård av alkoholmissbrukare. [27]
Kvinnor och alkohol. [28]
Barn – Föräldrar – Alkohol. [29]
Gamla är unga som blivit äldre. Om solidaritet mellan generationerna. Europeiska äldreåret 1993. [39]

Sambandet mellan samhällsekonomi, transfereringar och socialbidrag. [46]

Rätten till ratten – reformerat bilstöd. [55]

Ett centrum för kvinnor som våldtagits och misshandlats. [56]

Om intyg och utlåtanden som utfärdas av hälso- och sjukvårdspersonal i yrkesutövningen. [71]

Sjukpenning, arbetsskada och förtidspension – förutsättningar och erfarenheter. [72]

Teknologi och vårdkonsumtion inom slutenvård somatisk korttidsvård 1981-2001. [86]

En allmän sjukvårdsförsäkring i offentlig regi. [95]

Kommunikationsdepartementet

På väg. [15]

Citytunneln i Malmö. [78]

Trafiken och koldioxiden – Principer för att minska trafikens koldioxidutsläpp. [91]

Miljözoner för trafik i tätorter. [92]

Finansdepartementet

Ändrad ansvarsfördelning för den statliga statistiken. [1]

Sverige och Europa. En samhällsekonomisk konsekvensanalys. [6]

JK-metoden, m.m. [13]

Vissa mervärdesskattefrågor III – Kultur m.m. [31]

Uppskattad sysselsättning – om skatternas betydelse för den privata tjänstesektorn. [43]

Folkbokföringsuppgifterna i samhället. [44]

Allemanssparandet – en översyn. [50]

Beskattning av fastigheter, del II – Principiella utgångspunkter för beskattning av fastigheter m.m. [57]

Rationaliserad fastighetstaxering, del I. Fi. [62]

Statistik och integritet, del 2

– Lag om personregister för officiell statistik m.m. [65]

Finansiella tjänster i förändring. [66]

Otillbörlig kurspåverkan och vissa insiderfrågor. [68]

Inomkommunal utjämning. [70]

Punktskatterna och EG. [74]

Allmänhetens bankombudsman. [79]

Ny lag om skatt på energi.

En teknisk översyn och EG-anpassning.

– Motiv. Del I.

– Författningstext och bilagor. Del II. [85]

Nya tidpunkter för redovisning och betalning av skatter och avgifter. [87]

Mervärdesskatten och EG. [88]

Tullagstiftningen och EG. [89]