



*Ronneby brunn*

# Förslag till övervakningsprogram för grundvattnet i Blekinge

- grundvattentäkter, enskilda brunnar och källor.



LÄNSSTYRELSEN  
BLEKINGE LÄN

ISBN 91-86810-59-6

### **Den regionala miljöövervakningen 1998**

<i>Titel</i>	Förslag till övervakningsprogram för grundvattnet i Blekinge - grundvattentäkter, enskilda brunnar och källor.
<i>Författare</i>	Maria Kilnäs
<i>Kontaktperson</i>	Maria Kilnäs/Lars Bengtsson
<i>Beställningsadress</i>	Länsstyrelsen i Blekinge län Miljö/Plan 371 86 Karlskrona Tel 0455 - 871 40 Fax 0455 - 875 41
<i>ISBN</i>	91-86810-59-6
<i>Upplaga</i>	100 ex
<i>Tryckeri</i>	Länsstyrelsen i Blekinge län
<i>Framsida</i>	Foto omkring 1880, Blekinge museums arkiv. I Ronneby fann man en järnhaltig källa 1705. Brunnen blev strax känd för sitt hälsosamma vatten. Källvattnet innehöll en hög halt av järnsulfat och vattnet från den gamla källan dessutom alun. Under 1800-talet var Ronneby brunn en av landets populäraste brunnsorter och besöktes av 3000 gäster per år.

Programområde: *Grundvatten*

Delprogram: *Sammanställning av resultat från kommunala grundvattentäkter*

Delprogram: *Regionala brunnsinventeringar*

Delprogram: *Övervakning av källor*

## Förslag till övervakningsprogram för grundvattnet i Blekinge - grundvattentäkter, enskilda brunnar och källor.

### INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	3
ABSTRACT.....	3
INLEDNING .....	3
Den regionala miljöövervakningen.....	3
Miljöhot .....	4
Mål/Strategi.....	4
Bedömningsgrunder för Grundvatten.....	6
BAKGRUND .....	7
Blekinges hydrogeologi.....	7
Försurningsproblemen.....	10
Föroreningar av grundvattnet.....	13
Olika parametrar som ingår i provtagningen och gränsvärden enligt Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten.....	16
BESKRIVNING AV DELPROGRAMMEN .....	20
I. Sammanställning av resultat från kommunala grundvattentäkter.....	20
II. Regionala brunnsinventeringar.....	23
III. Övervakning av källor.....	26
IV. Yttäckande övervakning av grundvatten i skogsmark: .....	28
LITTERATUR .....	29



## SAMMANFATTNING

Syftet med programmet för övervakning av grundvattnet i Blekinge är att långsiktigt övervaka grundvattenkvaliteten i länet, med tyngdpunkt på problemen med försurningsskador. Blekinge är ett av de län i Sverige som hårdast har drabbats av försurningen av mark och vatten.

Målet med övervakningen är att kunna kontrollera att grundvattnet kan ge en tillräcklig mängd dricksvatten med fullgod kvalitet, både från grunda och djupare grundvattentäkter.

Genom att övervaka både de djupa, långtidsomsatta magasinerna och de ytliga, snabbt omsatta magasinerna, kan man få en överblick av både långtidseffekter och tidiga miljöförändringar.

I programmet ingår 10 kommunala grundvattentäkter, 20 enskilda brunnar och 20 källor.

## ABSTRACT

This report describes a long-term monitoring programme for the groundwater of Blekinge.

Blekinge, a small county in the southeast of Sweden, is strongly affected by the acidification of the environment. The main purpose of the monitoring programme is to measure the effects of the acidification on the groundwater quality, both in deep and shallow groundwater reservoirs.

The aim of monitoring the groundwater is to be able to guarantee a sufficient amount of groundwater, with high quality, for drinking-water supplies.

By monitoring both deep groundwater reservoirs, with long turnover-rates, and shallow groundwater reservoirs, it is possible to detect long-term effects as well as getting a quick response to the effects of environmental changes on the groundwater quality.

The monitoring programme includes 10 groundwater catchments, 20 private wells and 20 springs.

In addition to this, the Geological Survey of Sweden (SGU) has one sampling station in Blekinge, which is part of the national monitoring programme.

## INLEDNING

### Den regionala miljöövervakningen

Syftet med miljöövervakningen är att beskriva tillståndet i miljön, bedöma hotbilder, analysera olika utsläppskällors påverkan på miljön, lämna underlag för åtgärder och följa upp beslutade åtgärder.

Fyra skyddsobjekt har pekats ut:

- människors hälsa
- den biologiska mångfalden
- våra naturresurser
- natur- och kulturlandskap

Miljöövervakningen skall följa upp **om** och **hur** dessa påverkas av förändringar i miljön.

Naturvårdsverket ansvarar för den nationella miljöövervakningen, medan länsstyrelserna ansvarar för utformning och drift av den regionala miljöövervakningen.

Den regionala miljöövervakningens roll är att

- följa upp nationella och regionala miljömål (STRAM),
- beskriva och värdera tillståndet i miljön, genom regelbundna mätningar och uppföljningar av resultat,
- identifiera regionala hotbilder,
- informera allmänhet och övriga intressenter.

En samordnad och väl fungerande miljöövervakning kan ge stabila, jämförbara mätserier av hög kvalitet för framtiden. Detta är nödvändigt om vi skall kunna uttala oss om tillståndet i miljön och kunna påvisa ev trender med någorlunda statistisk säkerhet. Samordning innebär att den miljöövervakning som utförs skall göras på ett enhetligt sätt, i samarbete med kommunerna och övriga intressenter.

## Miljöhot

Naturvårdsverket antog 1994 en miljöhotlista, där följande punkter rör grundvattnet:

- försurning av mark och vatten
- övergödning av mark och vatten
- påverkan genom metaller
- påverkan genom organiska miljögifter
- nyttjandet av mark och vatten som produktions- och försörjningsresurs
- exploatering av mark och vatten för bebyggelse, anläggningar och infrastruktur
- brutna kretslopp, avfall och miljöfarliga restprodukter

De största hoten mot grundvattenkvaliteten är försurningen, övergödningen av jord- och skogsbruk, spridning av bekämpningsmedel och andra miljögifter (tungmetaller, organiska ämnen), samt påverkan av vattenkvaliteten och sänkningar av grundvattennivån vid stora grundvattenuttag, grustäkter och anläggningar av vägar, viadukter och tunnlar.

## Mål/Strategi

I Naturvårdsverkets förslag till nya miljömål (Rapport 4765), ges följande förslag till övergripande mål under rubriken "**Gott grundvatten**":

*Grundvattnet skall ge en säker och uthållig dricksvattenförsörjning och bidra till en god livsmiljö för växter och djur i ytvatten.*

Detta innebär att

- grundvattnets kvalitet inte ytterligare får försämrans genom antropogen påverkan,
- allt grundvatten skall kunna drickas utan föregående rening,
- kraven för dricksvattenkvalitet och krav enligt EU's kommande ramdirektiv för vatten skall vara uppfyllda år 2020,
- tillförseln till ytvattnet skall ge en god livsmiljö för växter och djur,
- förbrukningen får inte sänka grundvattennivån så att andra intressen skadas.

I regeringens förslag till svenska miljömål (miljöpropositionen från maj 1998), som bygger på Naturvårdsverkets rapport, är "**Grundvatten av god kvalitet**" ett av 15 svenska miljömål som skall uppnås inom en generation (25 år):

*Miljökvalitetsmålet är att grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.*

Detta innebär att

- grundvattnets kvalitet inte får påverkas negativt av mänskliga aktiviteter som markanvändning, uttag av naturgrus, tillförsel av föroreningar m m,
- det utläckande grundvattnets kvalitet måste vara sådan att den bidrar till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag,
- förbrukning eller annan mänsklig påverkan ska inte sänka grundvattennivån så att tillgång eller kvalitet äventyras.

Följande delmål är uppsatta för grundvattnet:

- Grundvattnets kvalitet och kvantitet ska skyddas från t ex markexploatering eller annan påverkan.
- Samtliga avfallsdeponier bör senast år 2008 ha uppnått en enhetlig standard och uppfylla högt ställda miljökrav.
- Sambandet mellan miljökvalitetsmålet för ytvatten och skydd av människans hälsa ska utredas.

Andra nya miljömål som rör grundvattnet är "**Ingen övergödning**" (*Halterna av gödande ämnen i mark och vatten ska inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten.*), "**Bara naturlig försurning**" (*Mark och vatten ska inte försuras genom nedfall av föroreningar eller av markanvändningen. Försurningen ska inte öka korrosionshastigheten i tekniskt material.*)

och "Giftrig miljö" (*Miljön ska långsiktigt vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden*).

Bland de regionala miljömålen för Blekinge (STRAM) finns mål om att

- minska det sammanlagda nedfallet av svavel och kväve från luften till nivåer under de kritiska belastningsgränserna för länet (3 kg S/ha och år, 5 kg N/ha och år),
- minska utsläppen av kväve och fosfor till vattenrecipienterna (halvera fosfor- och kväveläcketaget från jordbruksmark under åren 1985-2000),
- begränsa utsläpp och användning av tungmetaller, bekämpningsmedel och andra miljöskadliga ämnen.

Dessutom skall

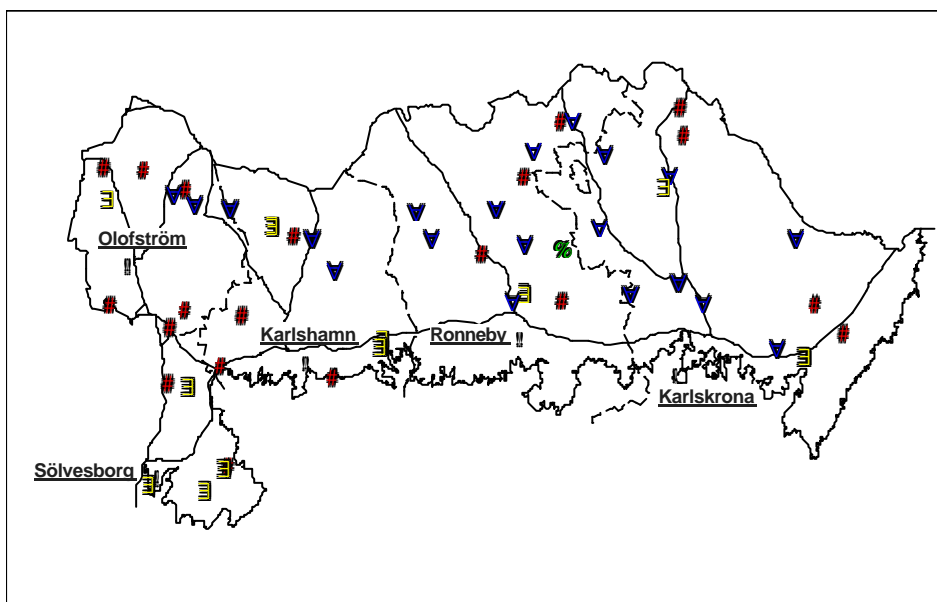
- uttag av grundvatten för bevattning eller andra ändamål anpassas så att dricksvattenförsörjningen inte skadas,
- andelen naturgrus av den totala grusproduktionen minska ytterligare (till < 25% år 1997),
- samhällsbyggnaden ha som utgångspunkt att mark- och vattenområden med viktiga grundvattenförekomster undantas för exploatering och att detta krav inarbetas mera konsekvent i nästa omgång översiktsplaner.

Målet med programmet för övervakning av grundvattnet i Blekinge är att långsiktigt övervaka grundvattenkvaliteten i länet, för att säkerställa att grundvattnet kan ge en tillräcklig mängd dricksvatten med fullgod kvalitet, både från grunda och djupare grundvattentäkter.

Genom att övervaka både de djupa, långtidsomsatta magasinerna och de ytliga, snabbt omsatta magasinerna, kan man få en överblick av både långtidseffekter och tidiga miljöförändringar.

Följande tre regionala delprogram kommer att ingå i det regionala programmet i Blekinge (Fig 1):

- I. Sammanställning av resultat från kommunala grundvattentäkter (10 grundvattentäkter).
- II. Regionala brunnsinventeringar (20 brunnar).
- III. Övervakning av källor (20 källor).



**Figur 1.** Provpunkterna som ingår i programområdet *Grundvatten* i Blekinge (gult = grundvattentäkter, rött = enskilda brunnar, blått = källor, grönt = SGU).  
*The sampling stations of the monitoring programme in Blekinge (stars = groundwater catchments, circles = private wells, squares = springs, triangle = SGU (The Geological Survey of Sweden)).*

Dessutom ingår en provpunkt i det nationella delprogrammet "Yttäckande övervakning av grundvatten i skogsmark", som drivs av SGU (Svensk Geologisk Undersökning).

Vid urvalet av de olika provpunkterna har syftet varit att få så god spridning i länet som möjligt, både geografiskt och med avseende på naturtyper och geologi. En annan strävan har varit att få med så långa mätserier bakåt i tiden som möjligt.

Programmet följer i största möjliga utsträckning Naturvårdsverkets *Handbok för miljöövervakning*.

P g a bristande resurser kan inte alla undersökningstyper följas fullt ut:

- Vissa parametrar har strukits/skjutits på framtiden. Vid urvalet av analyser har försurningsparametrarna prioriterats, framför närsalter, tungmetaller och miljögifter. När det gäller tungmetaller har prioriteringar gjorts efter Naturvårdsverkets *Bedömningsgrunder för Grundvatten*.
- Provtagningsfrekvensen borde vara tätare.
- Det återstår fortfarande att göra en hydrogeologisk beskrivning av täkter, enskilda brunnar och fem källor.

De vattenkemiska analysresultaten matas årligen in i en databas. Vart 5:e år, med början år 1998, görs en sammanställning där de senaste årens mätresultat jämförs med tidigare femårsintervaller.

Huvudman för programmet är Länsstyrelsen i Blekinge, i samarbete med kommunernas VA-kontor/-bolag (*Sammanställning av resultat från kommunala grundvattentäkter*) och miljökontor (*Regionala brunnsinventeringar*).

Kostnaderna för programmet (inkl provtagningar) uppgår i genomsnitt till ca 85 000 kr per år (föutom Vattenverkens ordinarie provtagning), varav ca 65 000 kr per år (inkl sammanställning) finansieras genom anslag från Naturvårdsverkets medel för den regionala miljöövervakningen.

## Bedömningsgrunder för Grundvatten

Naturvårdsverket har tagit fram olika "*Bedömningsgrunder för miljö kvalitet*", i samarbete med företrädare för universitet, högskolor och statliga myndigheter, där grundvattnet behandlas i en rapport (Naturvårdsverket, 1999). Bedömningsgrunder för miljö kvalitet är ett verktyg som på vetenskaplig grund, men ändå enkelt, skall ge möjligheter till tolkningar och värderingar av insamlade data rörande miljö tillståndet. Miljö tillståndet kan sedan jämföras med framtagna jämförvärden ("naturliga" tillstånd) och graden av mänsklig påverkan kan bedömas. Bedömningsgrunderna skall utgöra en länk mellan miljö övervakningen och uppsatta miljö mål.

I "*Bedömningsgrunder för Grundvatten*" bedöms grundvattnets tillstånd utifrån sju aspekter:

- alkalinitet - risk för försurning
- kväve
- salt - klorid
- redox
- metaller
- bekämpningsmedel
- grundvattennivå



## BAKGRUND

Hälften av Sveriges befolkning använder grundvatten som dricksvattenkälla. Grundvattnet är en förnyelsebar resurs, men i vissa områden (främst i kustområden) hotas försörjningen av grundvatten genom överuttag.

Den kemiska sammansättningen av grundvattnet har långsamt förändrats. Vårt sätt att bedriva jordbruk, våra transportmedel, produktionsprocesser och uttag av grundvatten, samt vår energiförsörjning har åstadkommit de största förändringarna. Övergödning och försurning är de förändringar som har störst betydelse för människors hälsa. Hur stor påverkan på grundvattnet blir beror bl a på typ av berggrund, jordarter, nederbörd och förhärskande vindriktning. Det ytliga grundvattnet påverkas tidigare än de djupare lagren, men har också en snabbare omsättning. Allt grundvatten blir med tiden ytvatten. Förändringar av grundvattenkvaliteten medför därför också en påverkan på sjöar och vattendrags ekosystem och den biologiska mångfalden.

## Blekinges hydrogeologi

### Berggrunden

De vanligaste bergartsbildande mineralerna består av silikater. Vittringsbenägenheten är störst hos de silikatmineraler som innehåller kalcium (Ca) och magnesium (Mg) (t ex fältspat, hornblände, angit) och mindre hos de som innehåller natrium (Na) och kalium (K). Bergarternas struktur har också betydelse för vittringstakten.

Berggrunden i Blekinge består till största delen av urberggrund (kristallint berg) i form av gnejser och graniter, som är exempel på sura, normalt vittringsbenägna bergarter. Sura bergarter har en hög kiselsyrahalt ( $\text{SiO}_2$ ), vittrar långsamt och ger långsam neutralisering av surt vatten.

Urberget i Blekinge består framför allt av två olika sorters graniter: Tving-graniten (äldst och delvis gnejsomformad) och Karlshamn-Spinkamåla-graniten (tämmligen ung, grovkornig och jämn) (Fig 2). I nordöstra hörnet av Blekinge består berggrunden av Smålandsgranit, med insprängda områden av grönsten (se nedan). I västra Blekinge och runt Listerby i söder, består berggrunden av den blekingska kustgnejsen (långt kalciuminnehåll och låg buffertkapacitet). Andra sura bergarter är kvartssandsten och kvartsit, som är mycket svårvittrade. Kuststräckan i nordöstra Blekinge består av ett bälte av den sk Kalmarsunds-sandstenen.

Basiska bergarter vittrar relativt snabbt och neutraliserar snabbt surt vatten. De har en hög halt av kalcium, magnesium och järn (Fe) och en låg halt av kiselsyra. Grönstenar (t ex diabas, basalt, diorit, amfibolit) är alla lättvittrade, basiska bergarter. I Blekinge finns dessa insprängda framför allt i Smålandsgraniten, men också i Tving-graniten (i Karlskronas kommun i öster).

Kalksten, marmor, och märengskiffer är exempel på mycket lättvittrade bergarter. Berggrunden i Sölvesborgs kommun (i sydvästra Blekinge) består till stora delar av kalksten.

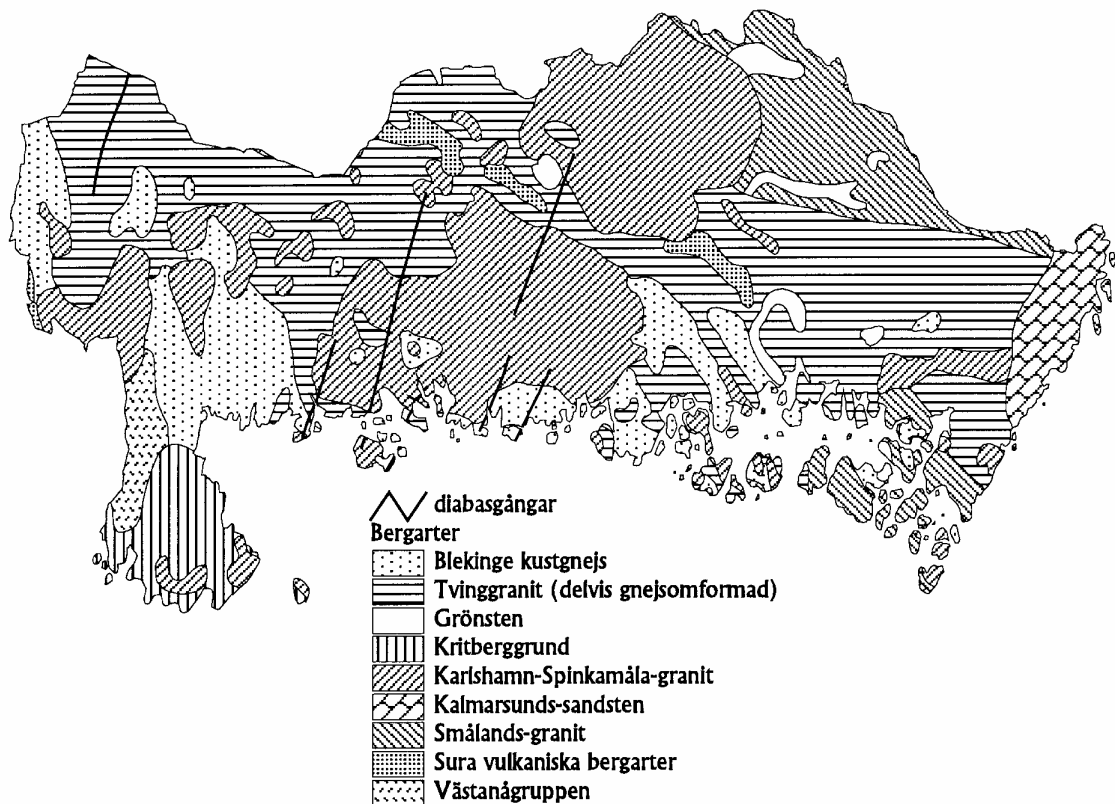
### Jordarter

Över högsta kustlinjen (HK) i Blekinge består jorden framför allt av morän (mager, sandig, grusig, mycket sten). Moränen består till största delen av gnejs och granit, med begränsad neutraliseringsförmåga.

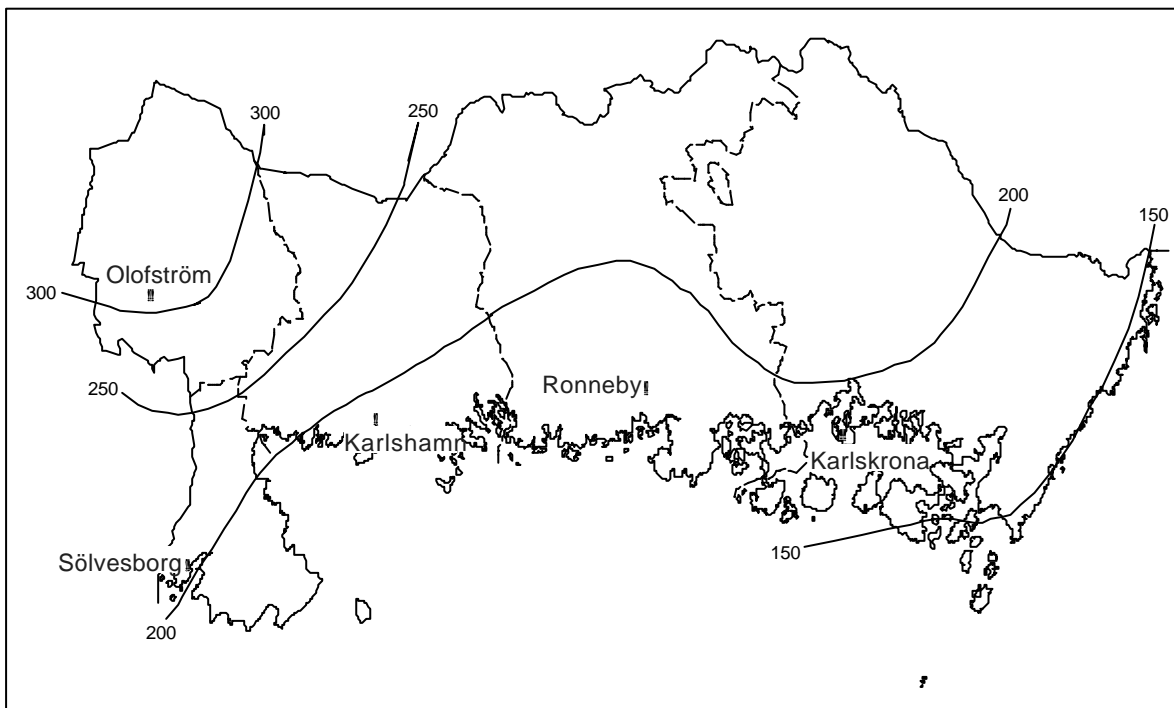
Under HK har mäktiga finsediment fyllt ut dalgångarna. Många kullar och bergsryggar under HK har en obefintlig neutraliseringsförmåga, då de blev helt rensolade när landet höjde sig.

Höjdskillnaderna har inte den betydelsen över HK. Högsta kustlinjen i Blekinge är belägen vid ca 60-65 m ö h.

Störst risk för grundvattenförsurning är det i områden med tunna jordtäcken.



**Figur 2.** Berggrundskarta över Blekinge. (Ur Nationella berggrundsdatabasen. Copyright © Sveriges geologiska undersökning (SGU) 1998. Dnr: 00-1539/98.)  
 Map of the bedrock of Blekinge.



**Figur 3.** Avrinningen i Blekinge (uttryckt som mm per år). Avrinning = grundvattenavrinning + ytvattenevrinning = nederbörd-avdunstning. (Efter Hydrogeologiska kartan, SGU, 1983)  
 The runoff in Blekinge (mm per year). Runoff = groundwater discharge + surface water runoff = revised precipitation - actual evaporation.

## Nederbörd och grundvattennivåer

Sydöstra delen av Sverige är ett av de ogynnsammaste områdena i landet för grundvattenbildning. I Karlshamn är nederbörden ca 550 mm/år och avdunstning ca 450 mm/år. Detta ger endast 100 mm/år till avrinning och infiltration (Fig 3).

Nederbördsmängden har en stor betydelse för grundvattnets kvalitet. En liten nederbördsmängd ger lägre grundvattennivåer och möjligheter till försurade oxidationsprocesser i marken (i försurningspåverkad mark). När nederbörden blir rikligare igen sköljs syrorna bort från de övre markskikten och försurar så småningom grundvattnet.

Hårdgöring av ytor och bortledning av dagvatten förändrar grundvattennivån genom att förhindra en naturlig grundvattenbildning. Även andra förändringar av de normala grundvattennivåerna, t ex genom stora vattenuttag, vattendragsregleringar, dräneringar och schakt under grundvattenytan, kan orsaka problem av olika slag.

Låga grundvattennivåer kan medföra:

- vattenbrist,
- saltvatteninträngning i kustnära brunnar eller i områden med reliktvatten,
- oxidation av svavelhaltiga jordarter med resulterande försurningsproblem,
- sättningar i vissa kohesionsjordar,
- risk för höga järn- och manganhalter genom dränering av utströmningsområden.

Förhöjda grundvattennivåer kan leda till:

- försämrade vattenkvalitet, t ex höga järn- och manganhalter,
- skred och dålig bärighet.

Nederbördsmängderna varje månad sedan 1984, vid SMHI's mätstation i Bredåkra, visas i figur 4. Motsvarande grundvattennivåer, vid SGU's mätstation vid Sännen, visas i figur 5. Lite nederbörd tidigare under året medför låga grundvattennivåer under sensommaren. Senare under hösten fylls grundvattenmagasinen upp igen.

## Grundvattenuttag

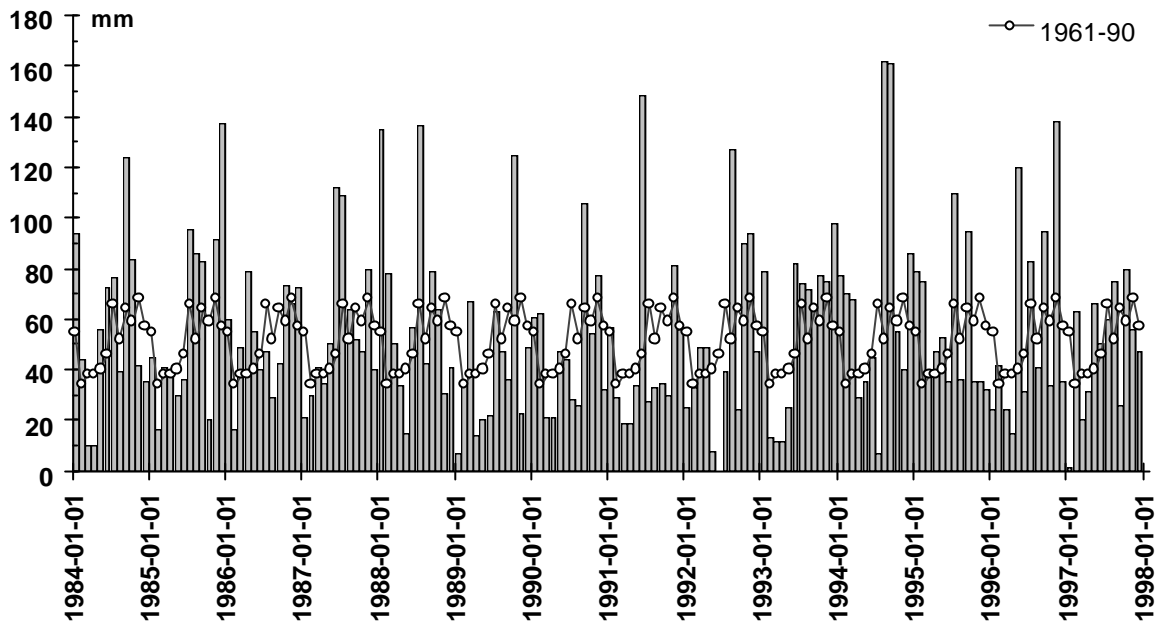
Enligt den hydrogeologiska kartan över Blekinge, som har tagits fram av SGU, har Karlshamn-Spinkamåla-graniten en uttagskapacitet på 1 000-1 100 l/h, vilket är normalt för graniter. Tvinggraniten har en uttagskapacitet på 1 200 l/h, medan Smålandsgraniten i Blekinge uppvisar så höga värden som 1 970 l/h, vilket är beräknat på endast 31 brunnar och inte realistiskt.

Kustgnejsen har betydligt lägre uttagskapacitet (590 l/h), vilket inte är ovanligt för gnejser. Grönstenen i nordöstra delen av länet har också låga uttagsmöjligheter (200-600 l/h), medan grönstenen på ön Senoren i Karlskrona skärgård har betydligt större uttagsmöjligheter (2 000-6 000 l/h).

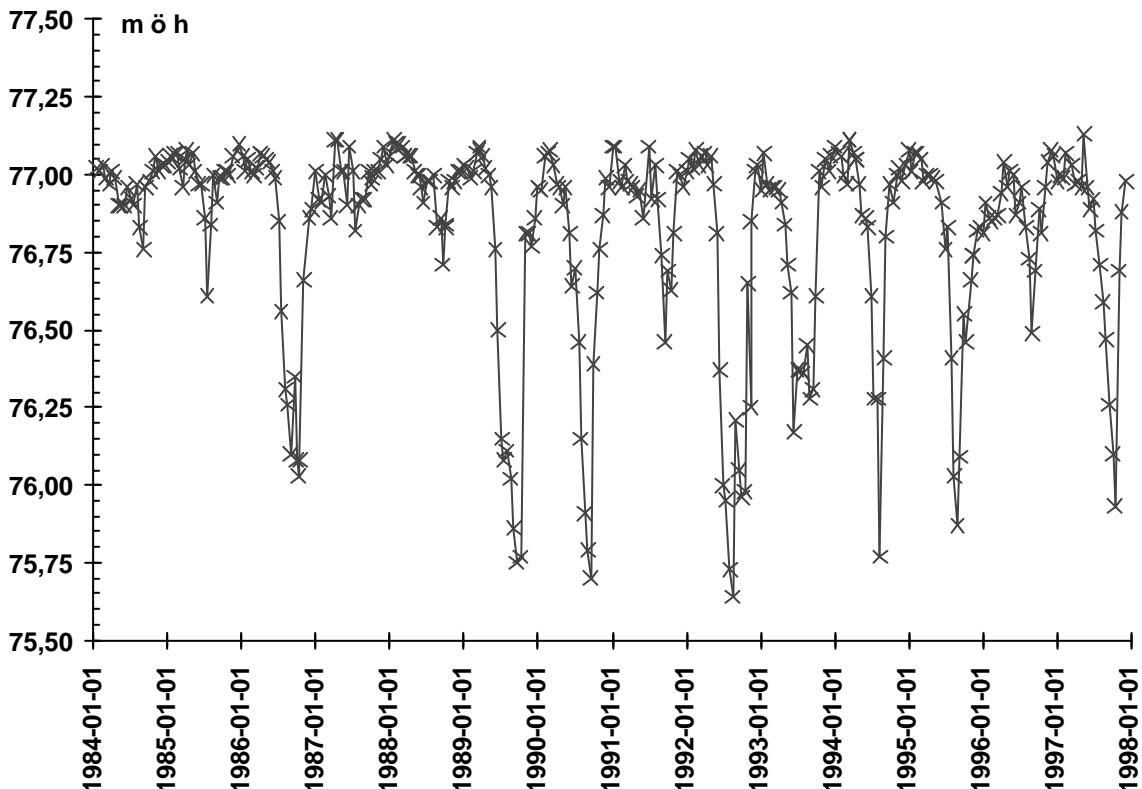
Störst uttagsmöjligheter finns i sandstenen längst i öster (2 000-20 000 l/h) och i kritberggrunden på Listerlandet i Sölvesborgs kommun (6 000-200 000 l/h).

Trots detta har man på Listerlandet årligen återkommande problem med för låga grundvattennivåer, som medför en ökad risk för saltvatteninträngning. De låga grundvattennivåerna beror till största delen på den omfattande konstbevattningen från privata brunnar i jordbruksområdena.

Även i sand och grusavlagringar (rullstensåsar och deltaområden) finns det möjlighet till betydande uttagsmöjligheter (3 000-90 000 l/h), vilka är betydligt större än i urberget inunder. I Blekinge finns dessa främst i Olofström-Jämshögsområdet, Mörrumsområdet, Bredåkradeltat, Johannishusåsen, samt i rullstensåsen utefter Lyckebyån.



**Figur 4.** Månadsnederbörden vid SMHI's mätstation i Bredåkra (staplarna) under åren 1984-1997. De ofyllda cirkelarna representerar månadsmedelvärdena under åren 1961-1990.  
*The precipitation (mm per month) at Bredåkra, during 1984-1997.*  
*The circles represent the mean values 1961-1990.*



**Figur 5.** Grundvattennivåerna vid SGU's mätstation (72102) vid Sännen, under åren 1984-1997.  
*The groundwater levels (meters above sea level) at Sännen, during 1984-1997.*

## Försurningsproblemen

Blekinge har ett utsatt läge, både ur geografisk och geologisk synvinkel. Genomgående skillnader mellan grundvattnet i södra och norra Sverige kan inte förklaras på något annat sätt än det stora

syranedfallet över södra Sverige. I försurningsdrabbade områden har grävda brunnar idag samma pH-värden och sulfathalter som närliggande sjöar.

Sedan 1985 görs mätningar av det sura nedfallet (pH, svavel- och kväveföreningar) i sju skogliga observationsytor, i regi av Blekinge Luftvårdsförbund. Under perioden 1985-95 minskade svavelnedfallet stadigt (Fig 6) och pH i krondroppet ökade, medan det var svårare att se någon tydlig trend för kvävenedfallet.

### Svavelutsläpp

Vid förbränning av svavelhaltig olja bildas svaveldioxid ( $\text{SO}_2$ ). Svavlet faller ner i form av  $\text{SO}_2$  (torrdeposition) eller som svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) i form av våtdeposition. Svavelsyran delas sedan upp i vätejoner ( $\text{H}^+$ ) och sulfatjoner ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Sulfatjoner i nederbörden kan i kustbandet till viss del härledas från havet. Dessa sulfatjoner följs dock ej av medföljande, sura vätejoner och bidrar inte till försurningen. Nästan all den  $\text{SO}_2$  som tas upp av vegetationen, omvandlas till svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

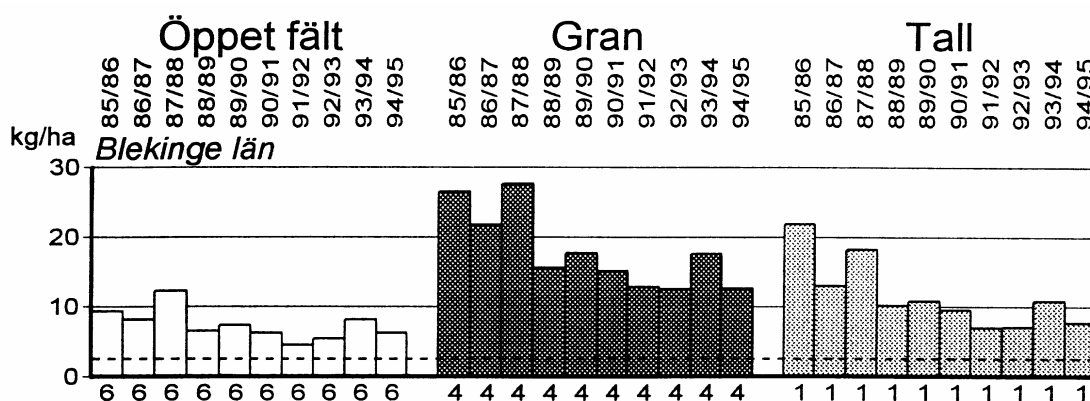
Det totala svavelutsläppet i Sverige var som störst 1970 (463 000 ton):

- 1960: 320 000 ton
- 1965: 405 000 ton
- 1970: 463 000 ton
- 1975: 343 000 ton
- 1980: 242 000 ton
- 1984: 132 000 ton

År 1984 sattes en gräns för svavelhalten i eldningsolja över hela landet till 1%. Sedan dess har svavelhalten minskat ytterligare och gränsvärdet är nu nere på 0,8%. För lätt eldningsolja är gränsvärdet 0,3%.

I Blekinge är Karlshamnsverket och Mörrums bruk de två största punktkällorna av svavelutsläpp (Fig 7). Karlshamnsverket har saknat rökgasrening, men en ny avsvavlningsanläggning togs i drift i slutet av 1996.

Enligt ett examensarbete från Kalmar Högskola (M Jönsson, 1980) påverkades f a Åryds grundvattentäkt av Karlshamns oljekraftverk under 70-talet. Alkaliniteten hade en kraftig nedåtgående trend under första halvan av 70-talet, med en bottennotering år 1975. Under 90-talet har pH-värdet legat runt 6,5, medan det under 70-talet var över 7,0.



**Figur 6.** Årsmedelvärde av svavelnedfall ( $\text{SO}_4\text{-S}_{\text{ex}}$ ) på lokaler med öppet fält, gran- eller tallskog. Siffran under stapeln anger antal lokaler. Streckade linjen anger Naturvårdsverkets miljömål för svavel. (Från Hallgren Larsson et al, 1997) *Annual deposition of sulphur ( $\text{SO}_4\text{-S}_{\text{ex}}$ ) on open fields, forest stands of spruce and pine-tree, respectively. The dotted line represents the critical load for the south of Sweden (suggested by the Swedish Environmental Protection Agency).*

P g a att svavelutsläppen inte har minskat i samma omfattning i övriga Europa, har svavelmängden i nederbörden inte minskat i samma takt som utsläppen i Sverige.

### Försurning av mark och vatten

Svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), salpetersyra ( $\text{HNO}_3$ ) och sura humussyror (som bildas när vissa humusämnen bryts ner) angriper mineralen i marken och sönderdelar dessa (=vittring). Syrornas vätejoner ( $\text{H}^+$ ) förbrukas och metalljoner (f a kalcium och magnesium) frigörs.

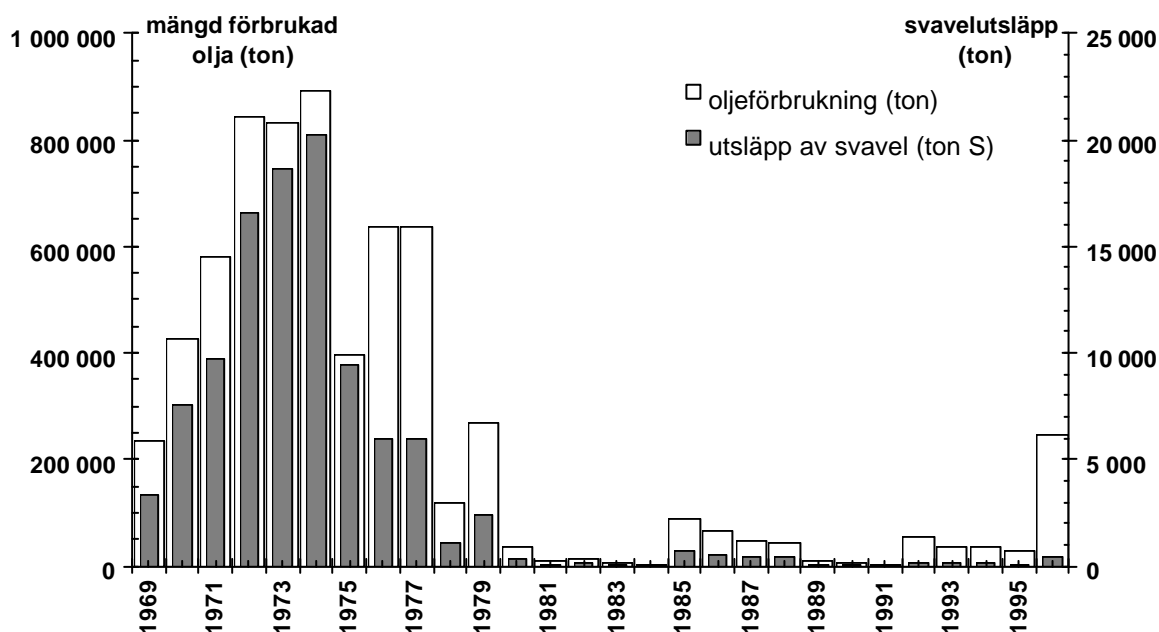
I inledande skede av försurningen neutraliseras de sura vätejonerna av vätekarbonatjoner ( $\text{HCO}_3^-$ ) och genom jonbytesprocesser med kalcium- ( $\text{Ca}^{2+}$ ) och magnesiumjoner ( $\text{Mg}^{2+}$ ). pH-värdet förblir stabilt i grundvattnet, medan alkaliniteten (mängden  $\text{HCO}_3^-$ ) minskar (buffertkapaciteten "äts upp") och mängden kalcium- och magnesiumjoner ökar.

Resterna av humussyrorna (negativt laddade saltjoner) binds istället till kalcium- och magnesiumjonerna och följer dessa med nederbördsvattnet mot större djup (=urlakning). En transport av kalcium och magnesium upp till det övre markskiktet sker genom upptag av växternas rötter. En del kalcium och magnesium (och andra metaller) tränger dock allt djupare ned i marken, med det nedsipprande vattnet till grundvattenmagasinen.

Större delen av sulfatjonerna ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) från svavelsyran, passerar tämligen obehindrat genom marken och når relativt snart grundvattnet, vilket får till följd att sulfathalten i grundvattnet ökar vid försurning. Merparten av nitratjonerna ( $\text{NO}_3^-$ ) från salpetersyran, blir dock kvar i mark och vegetation och når aldrig vattenmagasinen.

Vid torrår tränger syrgas ner till djup som normalt är vattenfyllda. Detta gör att sulfider ( $\text{H}_2\text{S}$ ) och ammoniumföreningar ( $\text{NH}_4^+$ ) oxideras och bildar svavelsyra och salpetersyra. När nederbörden blir rikligare igen sköljs syrorna bort från de övre markskikten och vidare till grundvatten, sjöar och vattendrag.

Dikningar av kärr och myrmark (sänkning av grundvattennivån på konstgjord väg) kan ge samma effekt. Efter dränering i sulfidhaltig mark har pH ned mot 2 uppmätts i markvattnet.



**Figur 7.** Oljeförbrukningen och mängden utsläpp av svavel till luften, från Karlshamnsverket 1969-1996.

*The oil consumption (tons per year) and the effluent of sulphur (S) (tons per year) to the air, from the power station at Karlshamn 1969-1996.*

Aluminiumhalten ökar i försurade vatten. När pH-värdet i markvattnet är mindre än 5,5 frigörs aluminiumjoner ( $\text{Al}^{3+}$ ), som läcker ut till yt- och grundvattnet.

Även vissa tungmetaller, så som kadmium (Cd) och zink (Zn), frigörs i marken som en följd av försurningen och når till slut grundvattnet. Metallhalterna är fortfarande låga i grundvattnet (toxikologiskt sett), med undantag för kadmium (halterna överstiger dock sällan 1  $\mu\text{g/l}$ ).

Ett stort problem vid användning av försurat yt- och grundvatten till dricksvatten är den ökade korrosionen i ledningarna, som medför att metaller löses ut från ledningarna.

Risk för korrosionsproblem (på ledningar o dy) uppstår vid:

- pH < 7
- alkaliniteten < 60 mg/l
- $\text{SO}_4$ -halten >  $\text{HCO}_3$ -halten (mekv/l)
- Ca-halt < 15 mg/l

I undersökningar av vattenkvaliteten i enskilda brunnar som gjordes i Blekinge under 1980-talet, konstaterades att flertalet av brunnarna i länet hade problem med surt vatten (Wildroos, 1986). Försurningsläget var värre (både lägre pH och alkalinitet) i grävda, än i borrade brunnar.

## Föroreningar av grundvattnet

Stor risk för grundvattenföroreningar är det i inströmningsområden med grovkornigt jordmaterial i hela markprofilen ner till grundvattnet. Även i inströmningsområden med sprickiga bergytter och tunt eller inget jordlager är risken stor, speciellt där det finns kontaktytter mellan berg i dagen och vattenförande jordmaterial. Däremot utgör inströmningsområden med mäktiga, finkorninga jordarter och med liten vattengenomsläpplighet, en begränsad risk. I utströmningsområden föreligger i princip ingen risk för grundvattenföroreningar. OBS! Vattenuttag kan förändra grundvattnets strömningsmönster så att utströmningsområden förändras till inströmningsområden.

Föroreningar av en enskild grundvattentäkt sker i många fall vid själva brunnen.

Olika former av föroreningar och de vanligaste föroreningskällorna finns listade i tabell 1.

## Näringsämnen (övergödningsproblem)

Kväve (N) förekommer i marken i första hand som nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Kväveförluster från åkermark söder om Dalälven, beräknas ha ett årligt medelläckage på 22 kg N/ha. Nitrat från jordbruksmark är en allvarlig föroreningskälla för såväl ytligt grundvattnet. Det har visat sig möjligt att minska nitrathalterna i grundvattnet i jordbruksområdena genom att öka inslaget av höstgrödor och vallodling, koncentrera spridningen av stallgödsel på våren och minska användningen av handelsgödsel.

Om kvävednedfallet (i form av kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) från transporter och ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) från jordbrukets djurhållning) inte begränsas, kommer vegetationen snart att vara mättad på kväve och vi kan förvänta oss ett omfattande kväveläckage från skogsmarken.

Fosfor (P) förekommer i marken i första hand som fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), vilket har stark benägenhet att fastläggas i marken. Fosforförlusterna från jordbruksmark sker i huvudsak genom erosion och ytavrinning och når i mycket liten utsträckning grundvattnet.

Även kalium (K) har en benägenhet att fastläggas i marken och med relativt höga acceptabla värden utgör kalium från jordbruket inte något problem ur grundvattensynpunkt.

En infiltrationsanläggning för 10 personer tillför marken ca 100 g kväve per dygn och kan betraktas som en koncentrerad föroreningskälla jämfört med jordbruksgödslingen. Ytbelastningen av kväve och fosfor från en infiltrationsanläggning (hushållsavlopp) är ca 1000 g kväve/ $\text{m}^2$  och ca 200 g fosfor/ $\text{m}^2$  (jämfört med tillförda mängder från jordbruket: ca 10 g kväve/ $\text{m}^2$  och ca 2 g fosfor/ $\text{m}^2$ ).

**Tabell 1.** Olika typer av föroreningar och dess vanligaste källor.*Different pollutants and general sources.*

föroreningsämne	föroreningskälla
<i>smittämnen (bakterier, virus, mm)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– toorklosetter</li> <li>– avloppsvatten</li> <li>– gödselstackar</li> </ul>
<i>nitrat</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– avloppsvatten från hushåll och industrier</li> <li>– gödsling med naturlig gödsel och kvävehaltig konstgödsel</li> <li>– soptippar</li> <li>– slamtankar</li> <li>– gödselstackar</li> <li>– ensilage</li> <li>– begravningsplatser</li> <li>– kalhyggen</li> <li>– torrläggning av mossmark</li> </ul>
<i>fosfater</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– avloppsvatten från hushåll och industrier</li> <li>– gödslad jordbruksmark</li> <li>– gödselstad</li> <li>– kyrkogård</li> </ul>
<i>fluorider</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– glasbruk</li> <li>– träimpregneringsmedel</li> <li>– naturligt i berggrunden</li> </ul>
<i>klorider</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– avloppsvatten från hushåll och industrier</li> <li>– relik havsvatten</li> <li>– infiltration av havsvatten</li> <li>– vägsalt</li> </ul>
<i>sulfater</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– avloppsvatten från industrier</li> <li>– skiffer</li> </ul>
<i>metaller</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– utsläpp från industrier</li> <li>– avfallssupplag</li> <li>– gruvdrift</li> <li>– gödslad jordbruksmark (f a kadmium)</li> </ul>
<i>fenoler</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– avloppsvatten från gasverk och industrier</li> <li>– tjärhaltiga färgämnen</li> <li>– tättningsmedel</li> <li>– timmer- och barkupplag</li> </ul>
<i>lösningsmedel</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– avloppsvatten från hushåll och industrier</li> </ul>
<i>bekämpningsmedel</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– jordbruk (betning)</li> <li>– skogsbruk</li> <li>– ogräsbekämpning (trädgårdar, längs vägar och järnvägar, runt transformatorstationer, mm)</li> </ul>

## Metaller

Metallsalter och andra salter är oftast lösliga till koncentrationer långt över gällande riktvärden. Saltlösningar i höga koncentrationer är tyngre än vatten och sådana lösningar (t ex från avfallsdeponier och industriavlopp) kan samlas i botten på ett grundvattenförande marklager.

Tillförseln av kadmium (Cd) från konstgödsling är i genomsnitt ca 0,1 mg/m<sup>2</sup>. Med hänsyn till markens bindningskapacitet, utgör mängden kadmium från konstgödsel normalt sätt inte någon stor risk för grundvattnet. Försurning av marken kan dock medföra att sorptionskapaciteten minskar, vilket medför ett frigörande av tidigare fastlagda metaller. Enligt en nyligen gjord studie vid Lantbruksuniversitetet i Uppsala innehåller även svingödsel en betydande mängd kadmium, som härrör från det kraftfoder som ges till grisar.



I en undersökning av 280 enskilda brunnar uppvisade ingen brunn halter av bly (Pb) eller kadmium över gränsvärdet för dricksvatten (Stenström, 1989). Andelen brunnar med påvisbara halter av bly och kadmium var mycket högre i grävda jordbrunnar än i borrhade bergbrunnar. Vatten från jordbrunnar är i genomsnitt avsevärt mycket surare än vatten från bergbrunnar. Kadmiumhalterna ökade tydligt med sjunkande pH i båda brunnstyperna. Halterna av bly var mindre pH-beroende.

I de kommunala brunnsinventeringarna som gjordes i mitten på 1980-talet uppvisade heller inga brunnar kadmiumhalter över gränsvärdet (Naturvårdsverket, 1989).

En mycket viktig källa till kadmium och bly i dricksvatten kan vara utlösning från vattenledningar, hydroforer och pumpar, särskilt från galvanisering (ytbehandling med zink). Kadmium är nära släkt med zink (Zn) och metallerna förekommer ofta tillsammans i naturen. Särskilt gammal zink kan tillföra vattnet en avsevärd mängd kadmium. Genom däckslitaget på vägarna frigörs en hel del zink, kadmium och bly.

En översikt över några tungmetallers relativa rörlighet under olika förhållanden:

<u>Hg &lt; Pb &lt; Cr &lt; Cu &lt; Ni &lt; Co &lt; Zn &lt; Cd</u>		Hg - kvicksilver	Ni - nickel
basiskt	surt	Pb - bly	Co - kobolt
<u>lera</u>	<u>sand/grus</u>	Cr - krom	Zn - zink
ökad rörlighet	—————>	Cu - koppar	Cd - kadmium

### Bekämpningsmedel (pesticider)

Totalt förbrukas idag knappt 9 000 ton bekämpningsmedel per år i Sverige (jämfört med ca 13 500 ton per år 1981-85). De absolut största mängderna används inom träimpregneringsindustrin. Jordbruket stod för ca 18% av inköpen år 1995, medan privata hushåll stod för ca 3%. Även frukt- och trädgårdsodlingar kan lokalt stå för en stor andel av förbrukningen. För ogräsbekämpning används vanligen olika typer av fenoxisyror (t ex diklorprop och MCPA).

Sedan mitten av 1980-talet har mängden bekämpningsmedel (mätt som aktiv substans) i jordbruket minskat med 65%. I Blekinge minskade användningen av mängden aktiv substans från 60 ton 1988/89 till 35 ton 1993/94. Samtidigt minskade den behandlade arealen från 58% till 51%.

Åren 1989/90 förbjöds många bekämpningsmedel (bl a atrazin och diklobenil) och sedan dess har användningen av många andra medel minskat kraftigt (t ex diklorprop, fluroxipyr och MCPA). Dessa har ersatts av skådosmedel, som är riktade mot cell- eller organfunktioner som är specifika för växter och därför är skonsammare mot djur och människor. Minskningen av mängden aktiv substans beror till stor del på övergången till användning av skådosmedel. Om man istället mäter bekämpningsmedelsanvändningen som antal hektardoser (försåld mängd genom rekommenderad dos) har det inte skett någon minskning av användningen inom jordbruket under 1990-talet. I relation till den areal som besprutas har antalet doser/ha ökat. En del av nya skådosmedlen är rörliga och bryts inte ner tillräckligt snabbt, vilket gör att de lättare kan transporteras till vattendrag och grundvatten.

Rester av bekämpningsmedel har påträffats i nederbörd, såväl som i yt- och grundvatten. Fastläggning i marken i kombination med en relativt snabb nedbrytning (halveringstid någon vecka eller kortare) gör att medlen vid normal användning i allmänhet inte når grundvattnet. Tidigare använda bekämpningsmedel med mycket låg nedbrytningshastighet (t ex DDT, dieldrin) kan finnas kvar i marken. Rester av bekämpningsmedel som nått grundvattnet bryts troligen ner relativt långsamt, speciellt om grundvattnets syrehalt är låg.

I en sammanställning av bekämpningsmedelsundersökningar i vatten (Hessel, m fl 1997) hade bekämpningsmedel i grundvatten påträffats i 43% av proverna (f a i Skåne och på Gotland). Totalt 21 olika substanser har påträffats, varav atrazin och bentazon svarat för flertalet prov (båda har använts i Blekinge). Halterna som påvisats är ofta låga och härleds i första hand från ogräsbekämpning av icke odlad mark (grusade ytor som gårdsplaner, industritomter och banvallar). Fynd av bekämpningsmedel i dricksvatten skall rapporteras till Livsmedelsverket.

## Organiska lösningsmedel

De organiska lösningsmedlen är oftast svårslösliga i vatten och transporthastigheterna kan väsentligt avvika från vattnets strömningshastighet.

Kolväten och klorerade kolväten bryts ned relativt långsamt i marken (halveringstiden för bensen: 1 år, toluen: 0,3 år, metylenklorid: 10 år, etylenklorid: 2 år).

Fenoler har en liten belägenhet att fastläggas i marken och ett relativt måttligt fenolutsläpp kan skada grundvattnet och ge grundvattensskador över stora områden. Fenolerna är tämligen stabila, men bryts långsamt ner i marken. Klorfenoler har låg löslighet och är stabilare än fenoler.

## Oljeföreningar

Oljespill och läckage från oljetank är de vanligaste orsakerna till allvarliga förorenings-skador på grundvattentäkter. Olja som trängt ner i marken bryts ned genom oxidation och mikrobiologisk aktivitet. Vid liten syretillgång är nedbrytningshastigheten mycket låg.

PAH (polyaromatiska kolväten) finns i olja, oljeprodukter och i förbränningsrester (sot, aska). Från bilarna beräknas dock däckslitaget vara en större källa till PAH-utsläpp än bilavgaserna.

Andra exempel på oljeföreningar är bensen och kresot.

## Radon

Radon förekommer naturligt i grundvatten i stora delar av landet. Förtäring av vatten med höga radonhalter kan medföra hälsoeffekter i form av cancer. Radonet kan avlägsnas ur vattnet genom luftning.

## Bakterier och virus

Bakterier och virus kan transporteras med mark- och grundvattnet. I de flesta fall sker dock en snabb reduktion av mängderna genom fastläggning till markpartiklarna. Maximala överlevnadstiden för vissa salmonellastammar är 2-4 månader, för termostabila kolibakterier något kortare. Virus kan överleva under betydligt längre tid och risken för virusinfekterat vatten är svårt att helt gardera sig mot.

## Olika parametrar som ingår i provtagningen och gränsvärden enligt Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten

### grundvattennivån (cm under markytan)/grundvattenuttag (m<sup>3</sup>/dygn):

mått på tillgången av grundvatten (tillförsel-uttag)

### temperatur, °C:

påverkar hastigheten av kemiska och biologiska processer, mått på påverkan av ytvatten

### färg, mg Pt/l:

mängden lösta ämnen (f a humusämnen, järn och mangan)

### turbiditet, FTU:

mängden partiklar i vattnet

### konduktivitet, mS/m:

vattnets ledningsförmåga (mängden lösta joner)

### pH:

surhetsgraden (mängden vätejoner)

Hög halt av koldioxid (CO<sub>2</sub>) i ett vatten, t ex genom en hög mikrobiologisk aktivitet, gör att pH-sjunker.

I källor avgår CO<sub>2</sub> snabbt till luften och pH-värdet kan på några timmar stiga mer än en enhet.

- pH < 7 surt grundvatten
- pH < 6 mycket surt grundvatten
- pH < 5 extremt surt grundvatten

### **alkalinitet (HCO<sub>3</sub>), mg/l:**

buffringsförmågan (motstånd mot försurning)

Alkaliniteten är en säkrare indikator än pH på ev försurningseffekter. pH-värdet är mer känsligt för hur provet tagits och hanterats.

- < 10 mg HCO<sub>3</sub>/l ingen eller obetydlig alkalinitet
- 10-30 mg HCO<sub>3</sub>/l låg alkalinitet
- 30-60 mg HCO<sub>3</sub>/l måttlig alkalinitet
- 60-180 mg HCO<sub>3</sub>/l hög alkalinitet
- > 180 mg HCO<sub>3</sub>/l mycket hög alkalinitet

### **redoxpotential (Eh), mV:**

Naturligt reducerande, anaerozt (syrefritt) grundvatten (Eh < 0 mV) finns i slutna akviferer med lång uppehållstid, i anslutning till torvområden och där grundvattnet annars inte står i kontakt med luftens syre.

Vid stor organisk påverkan förbrukas stora mängder syre och redoxpotentialen sjunker.

### **natrium (Na), mg/l:**

>100 mg/l Na kan indikera påverkan från havsvatten eller relict saltvatten (gränsvärde för dricksvatten)

### **kalium (K), mg/l:**

>12 mg/l K kan indikera påverkan från föroreningar (gränsvärde för dricksvatten)

### **totalhårdhet (Ca+Mg), mg/l:**

mängden kalcium och magnesiumjoner, uttryckt i ekvivalent mängd Ca,

kalcium- och magnesiumhalterna ökar vid försurning av grundvattnet, p g a ökad urlakning

### **kalcium (Ca), mg/l:**

gränsvärde för dricksvatten: 100 mg/l Ca

### **magnesium (Mg), mg/l:**

gränsvärde för dricksvatten: 30 mg/l Mg

### **järn (Fe), mg/l:**

hög järnhalt tyder på hög grundvattennivå och syrefattiga förhållanden,

gränsvärde för dricksvatten: 0,50 mg/l Fe i enskilda brunnar, gränsvärde för råvatten: 2,0 mg/l Fe

### **mangan (Mn), mg/l:**

urbergsbrunnar kan ha höga manganhalter, gränsvärde för dricksvatten: 0,30 mg/l Mn i enskilda brunnar

### **sulfat (SO<sub>4</sub>), mg/l:**

sulfathalten ökar vid försurningspåverkan, lätttrölig,

gränsvärde för dricksvatten och råvatten: 100 mg/l SO<sub>4</sub>

**klorid (Cl), mg/l:**

>100 mg/l Cl kan indikera påverkan från havsvatten eller relik saltvatten (gränsvärde för dricksvatten och råvatten), >200 mg/l Cl kan ge smakförändringar

**ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), mg/l:**

>0,4 mg/l N kan indikera påverkan från avlopp, men kan även finnas naturligt vid höga järn- och humushalter (gränsvärde för dricksvatten), gränsvärde för råvatten: 1,2 mg/l N

**nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), mg/l:**

>5,0 mg/l N indikerar påverkan från avlopp, gödsling m m (gränsvärde för dricksvatten), gränsvärde för råvatten: 10,0 mg/l N

**nitritkväve (NO<sub>2</sub>-N), mg/l:**

>0,005 mg/l N kan indikera påverkan från förorening, men kan även finnas naturligt vid syrebrist i vattnet (gränsvärde för dricksvatten)

**totalkväve (Tot-N), mg/l:**

totala halten av näringsämnet kväve

**fosfatfosfor (PO<sub>4</sub>-P), mg/l:**

>0,20 mg/l P kan indikera påverkan från avlopp eller gödsling, men kan även ha naturligt, geologiskt betingat ursprung (gränsvärde för dricksvatten)

**totalfosfor (Tot-P), mg/l:**

totala halten av näringsämnet fosfor

**aluminium (Al), mg/l:**

>0,50 mg/l Al indikerar aluminium-utlösning från marken (gränsvärde för dricksvatten i enskilda brunnar)

**TOC (C), mg/l:**

totala mängden organiskt kol, mått på mängden organiskt material

**kemisk syreförbrukning (COD<sub>Mn</sub>), mg O<sub>2</sub>/l:**

mängden syreförbrukande ämnen, gränsvärde för dricksvatten: 8,0 mg/l O<sub>2</sub>

**kadmium (Cd), µg/l:**

frigörs lätt vid försurning, >1 µg/l Cd indikerar försurningseffekter (gränsvärde för dricksvatten och råvatten), >5 µg/l Cd ger risk för kroniska hälsoeffekter vid långvarigt intag

**koppar (Cu), µg/l:**

korrosion av vattenledningar kan ge höga kopparhalter, även markanvändningen vid vattentäkten (t ex skogsmark, myrmark) kan vara en möjlig orsak till höga kopparhalter, gränsvärde för dricksvatten: 200 µg/l Cu i enskilda brunnar, >2000 µg/l Cu kan ge risk för diarréer, särskilt hos känsliga barn

**bly (Pb), µg/l:**

>10 µg/l Pb kan indikera påverkan från industriutsläpp, soptipp, skjutvallar o dy (gränsvärde för dricksvatten och råvatten), risk för kroniska hälsoeffekter vid långvarigt intag

**zink (Zn), µg/l:**

frigörs lätt vid försurning, gränsvärde för dricksvatten: 300 µg/l Zn, gränsvärde för råvatten: 1000 µg/l Zn

**kvicksilver (Hg), µg/l:**

>1 µg/l Hg kan indikera påverkan från industriutsläpp, sotdamm o dy (gränsvärde för dricksvatten och råvatten), ev risk för kroniska hälsoeffekter vid långvarigt intag

**arsenik (As), µg/l:**

>10 µg/l As kan indikera påverkan från förorening, t ex avfallsupplag (gränsvärde för dricksvatten och råvatten), ofta naturlig orsak i bergborrade brunnar,

>50 µg/l As ger ev risk för kroniska hälsoeffekter vid långvarigt intag

**bekämpningsmedel (pesticider), µg/l:**

Några påvisbara halter av bekämpningsmedel får ej förekomma i dricksvatten eller råvatten enligt Livsmedelsverket.

Enligt EU's normer är högsta tillåtna halt av ett enskilt bekämpningsmedel i dricksvatten 0,1 µg/l.

Summan av alla bekämpningsmedelsrester får inte överstiga 0,5 µg/l.

**polyaromatiska kolväten (PAH), µg/l:**

polyaromatiska kolväten från oljeprodukter och förbränningsrester,

gränsvärde för dricksvatten och råvatten: 0,2 µg/l

**radon, Bq/l:**

>100 Bq/l i dricksvatten ger bedömningen tjänligt med anmärkning (h) (luftning rekommenderas för att minska halterna), vid värden >1000 Bq/l bör vattnet ej användas till dryck eller livsmedelshantering (gränsvärde för dricksvatten)



## BESKRIVNING AV DELPROGRAMMEN

För utförligare beskrivningar av respektive provpunkt, hänvisas till Miljöövervakningen på Länsstyrelsen i Blekinge.

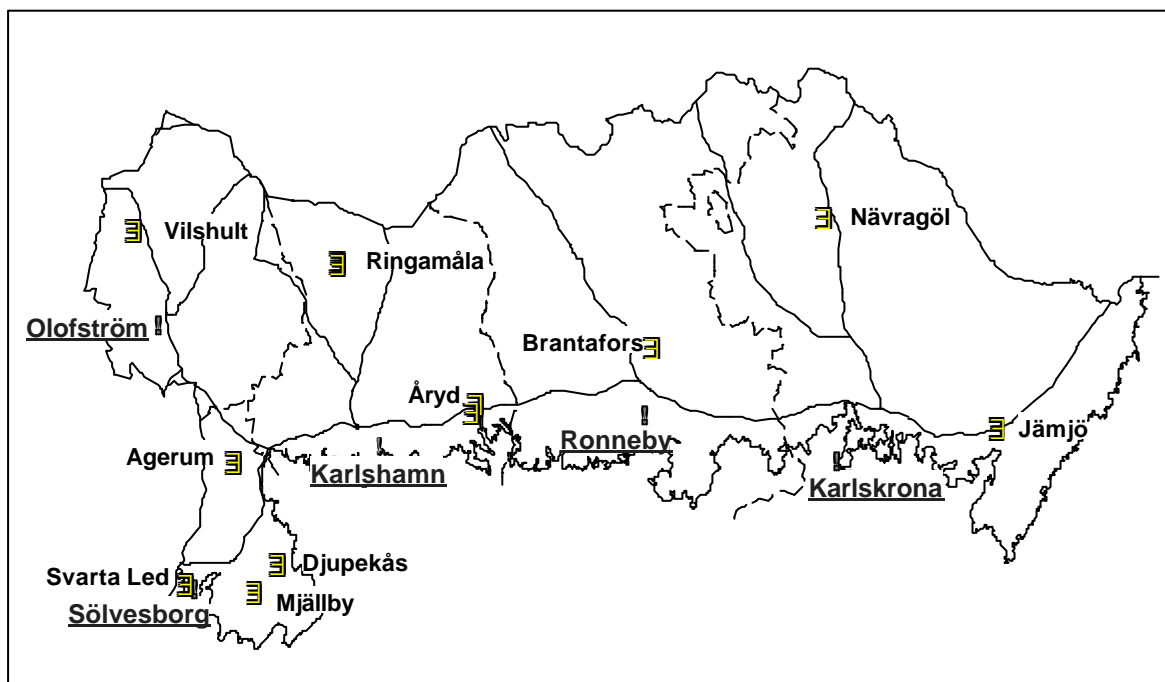
### I. Sammanställning av resultat från kommunala grundvattentäkter.

**Undersökningstyp: Grundvattenkemi; intensiv/integrerad**

**Undersökningstyp: Hydrogeologi**

**Följande 10 grundvattentäkter ingår i delprogrammet (Fig 8, Tab 3):**

– Jämjö, nya (Karlskrona kommun)	provatas 4 ggr/år
– Nävragöl (Karlskrona kommun)	provatas 4 ggr/år
– Brantafors (Ronneby kommun)	provatas 4 ggr/år
– Åryd (Karlshamns kommun)	provatas 4 ggr/år
– Ringamåla (Karlshamns kommun)	provatas 4 ggr/år
– Mjällby (Sölvesborgs kommun)	provatas 2 ggr/år
– Agerum (Sölvesborgs kommun)	provatas 2 ggr/år
– Djupekås (Sölvesborgs kommun)	provatas 2 ggr/år
– Svarta Led (Sölvesborgs kommun)	provatas 2 ggr/år
– Vilshult (Olofströms kommun)	provatas 2 ggr/år



**Figur 8.** Grundvattentäckernas fördelning i länet.

*The distribution of the 10 groundwater catchments.*

**Aktuella parametrar för grundvattentäkterna (Tab 2):**

(Parametrar inom parentes prioriteras inte i första hand.)

grundvattenuttag, temperatur, pH, konduktivitet, lukt av svavelväte, natrium, kalium, kalcium, magnesium, järn, mangan, alkalinitet, klorid, sulfat, nitratkväve, nitritkväve, ammoniumkväve, fosfatfosfor, aluminium, COD<sub>Mn</sub> /TOC, kadmium, (koppar), bly, zink, (krom), (nickel), (kvicksilver), arsenik, (PAH), bekämpningsmedel, (radon), (organiska miljögifter)

**Tabell 2.** Provtagningsfrekvenser för de olika parametrarna de närmaste fem åren, med avseende på de kommunala grundvattentäkterna.

(\* - nivå 2, \*\* - nivå 3, enligt Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten.)

*Sampling frequencies for different variables during the next five years, concerning the groundwater catchments.*

(\* - level 2, \*\* - level 3, according to the National Food Administration.)

<b>Parameter</b>	<b>Enhet</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
grundvattenuttag	m <sup>3</sup> /dygn	12	12	12	12	12
temperatur *	°C	4/2	4/2	4/2	4/2	4/2
pH *		4/2	4/2	4/2	4/2	4/2
konduktivitet *	mS/m	4/2/1	4/2/1	4/2/1	4/2/1	4/2/1
lukt av svavelväte *		4/2	4/2	4/2	4/2	4/2
natrium (Na) **	mg/l	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
kalium (K) **	mg/l	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
kalcium (Ca) **	mg/l	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
magnesium (Mg) **	mg/l	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
järn (Fe) *	mg/l	4/2	4/2	4/2	4/2	4/2
mangan (Mn) *	mg/l	4/2	4/2	4/2	4/2	4/2
alkalinitet (HCO <sub>3</sub> ) *	mg/l	4/2/1	4/2/1	4/2/1	4/2/1	4/2/1
sulfat (SO <sub>4</sub> ) **	mg/l	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
klorid (Cl) **	mg/l	4/2	4/2	4/2	4/2	4/2
nitratkväve (NO <sub>3</sub> -N) **	mg/l	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
nitritkväve (NO <sub>2</sub> -N) *	mg/l	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
ammoniumkväve (NH <sub>4</sub> -N) *	mg/l	4/2/1	4/2/1	4/2/1	4/2/1	4/2/1
fosfatfosfor (PO <sub>4</sub> -P) **	mg/l	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
syralösligt aluminium (Al) **	mg/l	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
kemisk syreförbrukning (COD <sub>Mn</sub> )	mg/l	4/2/1	4/2/1	4/2/1	4/2/1	4/2/1
totala halten organiskt kol (TOC)	mg/l	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
kadmium (Cd)	µg/l	x				
koppar (Cu)	µg/l	x	(x)	(x)	(x)	(x)
bly (Pb)	µg/l	x				
zink (Zn)	µg/l	x				
krom (Cr)	µg/l	x				
nickel (Ni)	µg/l	x				
kvicksilver (Hg)	µg/l	x				
arsenik (As)	µg/l	x				
polyaromatiska kolväten (PAH)	µg/l	x				
bekämpningsmedel (pesticider)	µg/l	x				
radon **	Bq/l	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)

**Tabell 3.** Fakta om de 10 grundvattentäkterna som ingår i delprogrammet. *Some information about the 10 groundwater catchments.*

vatten- verk	kommun	brunn	antal anslutna pers	x	y	z (möh)	typ av brunn	bygg- år	Ø (mm)	djup (m)	grund- vatten- nivå ( <sup>1</sup> )	intags- nivå (m <sup>1</sup> )	kapacitet (m <sup>3</sup> /d)	medel- uttag (m <sup>3</sup> /d)	geologis- k formation	omgivande mark- område	berggrund	jordarter	skydds- område
Jämjö	Karlskrona	B4 B5	2 300	622968 622953	150180 150182	10,5 11,5	bergborra bergborra	1971 1971	200 200	59 60	(4-5)	45 45	605 780	175 170	dalgång	Åbyåns dalgång	gnejsgranit	finkorniga sediment	ja
Nävragöl	Karlskrona	B2	200	625015	148491	90	bergborra	1989	165	141	5	60	90	50	flackt isälvs- material	gammalt täktområde	hyperit-granit	grus-sand formation	ja
Branta- fors	Ronneby	G6	7 000	623670	146851	41,2	grusfilter- brunn	1983	800	16		13,3	3 120	1 600	isälvs- material	skog	Karlshamn- granit	sand, grus	ja
Ringa- måla	Karlshamn	PG VV	100	624576 624555	143765 143776	117 112	bergborra bergborra	1950- talet	110 100	57 50	20	57 50	40 30	20	urberg	skogsmark / jordbruk	Spinkamåla- granit	sand, sg, morän, mj	nej
Åryd	Karlshamn	M/B VV	600	623196 623109	145107 145068	14,5	bergborra bergborra	1973	200 150	68 52	25 22	50 40	250 100	165	urberg	skogsmark / jordbruk	vångagranit, gnejs	sand, lim, sg, morän	nej
Mjällby	Sölvesborg	210	4 400	621367	142960	11	kalkborra	1978	193/ 158	63	4,1	30	600	595	kvartär, krita	samhälle	kalk, kvartsand	sand, morän	ja
Djupekås	Sölvesborg	215	200	621631	143191	9,6	grusfilter- brunn	1968	150/ 96	58	1,2	24	330	75	kvartär, krita	skogsmark / jordbruk	sand, kalk, sandsten med flinta	sand, lera	ja
Agerum	Sölvesborg	246	350	622629	142753	18	urbergs- borra	1954	150	143		40	360	62	(krita, urberg?)	jordbruk	kustgnejs		nej
Svarta Led	Sölvesborg	203		621446	142286	18,7	kalkborra	1953	250	75	19,4	36	1728	1096	kvartär, krita, urberg	skogsmark / industri	kalk	sand, grus, morän	nej
Vilshult	Olofström	A B	370	624890	141785	87	betong- ringar rörbrunn	1955 <sup>2</sup>	1400 200	6 9			400	112	tämligen grund isälvs- lagring	fd grustäkt, tidigare jordbruk <sup>3</sup>	gnejsgranit	grus	ja

1. under marknivån

2. ombyggd 1965

3. Länsväg 121, 150 m öster om täkten, korsar sannolikt grundvattenströmmen.



## II. Regionala brunnsinventeringar.

Undersökningstyp: Undersökning av brunnar

Undersökningstyp: Jordbruksmark - Grundvattenkemi; integrerade typområden

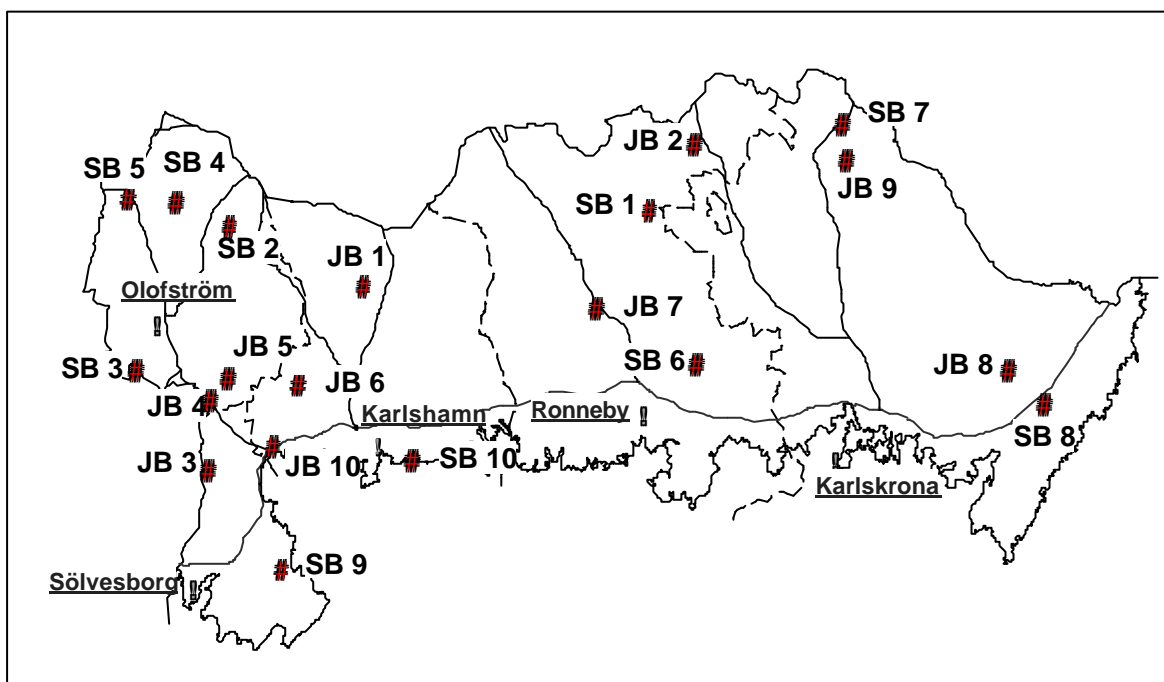
Undersökningstyp: Skogsmark - Grundvattenkemi; intensiv/integrerad

Undersökningstyp: Hydrogeologi

Följande brunnar ingår i delprogrammet (Fig 9, Tab 5):

	jordbruksmark	skogsmark
Sölvesborgs kommun	JB 3	SB 9
Olofströms kommun	JB 5, JB 4	SB 2, SB 3, SB 4, SB 5
Karlshamns kommun	JB 1, JB 6, JB 10	SB 10
Ronneby kommun	JB 2, JB 7	SB 1, SB 6
Karlskrona kommun	JB 8, JB 9	SB 7, SB 8

Brunnarna provtas 1 gång/år, under första veckan i september.



**Figur 9.** De enskilda brunns fördelning i länet.

(JB = brunnar i jordbruksmark, SB = brunnar i skogsmark.)

*The distribution of the private wells.*

*(JB = wells in agriculture areas, SB = wells in forest areas.)*

**Aktuella parametrar för samtliga brunnar (Tab 4):**

(Parametrar inom parentes prioriteras inte i första hand.)

grundvattennivå, temperatur, pH, konduktivitet, natrium, kalium, kalcium, magnesium, järn, mangan, alkalinitet, klorid, sulfat, nitrit+nitratkväve, ammoniumkväve, totalfosfor, (TOC), (kadmium)

**Tilläggsparametrar för brunnar i jordbruksmark (Tab 4):**

(Parametrar inom parentes prioriteras inte i första hand.)

totalkväve, fosfatfosfor, (bekämpningsmedel)

**Tilläggsparametrar för brunnar i skogsmark (Tab 4):**

(Parametrar inom parentes prioriteras inte i första hand.)

aluminium, (bly), (zink), (arsenik)

**Tabell 4.** Provtagningsfrekvenser för de olika parametrarna de närmaste fem åren, med avseende på de enskilda brunnarna.

*Sampling frequencies for different variables during the next five years, concerning the private wells.*

Parameter	Enhet	1998		1999		2000		2001		2002	
		JB*	SB*	JB*	SB*	JB*	SB*	JB*	SB*	JB*	SB*
grundvattennivå	cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
temperatur	°C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
pH		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
konduktivitet	mS/m	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
natrium (Na)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
kalium (K)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
kalcium (Ca)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
magnesium (Mg)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
järn (Fe)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
mangan (Mn)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
alkalinitet (HCO <sub>3</sub> )	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
klorid (Cl)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
nitrit+nitratkväve (NO <sub>2</sub> -N+NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ammoniumkväve (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
totalkväve (Tot-N)	mg/l	x		x		x		x		x	
fosfatfosfor (PO <sub>4</sub> -P)	mg/l	x		x		x		x		x	
totalfosfor (Tot-P)	mg/l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
syralösligt aluminium (Al)	mg/l		x		x		x		x		x
totala halten organiskt kol (TOC)	mg/l							x	x		
kadmium (Cd)	µg/l							x	x		
bly (Pb)	µg/l								x		
zink (Zn)	µg/l								x		
arsenik (As)	µg/l								x		
bekämpningsmedel (pesticider)	µg/l							x			

\* JB = brunnar i jordbruksmark, SB = brunnar i skogsmark

\* JB = wells in agriculture areas, SB = wells in forest areas

**Tabell 5.** Fakta om de 20 brunnarna som ingår i delprogrammet.*Some information about the 20 private wells.*

nr	kommun	x	y	belägenhet	avrinnings- område	berggrund	inre beklädnad	anläggnings-	djup (m)
JB1	Karlshamn	6243600	1440320	gårdspan, gräsmatta	åker	granit, granodiorit	betong <3m, sten	1902	7
JB2	Ronneby	6257500	1472540	gårdspan	åker	Karlshamns- granit	betong	1952	3
JB3	Sölvesbor g	6225755	1425160	gårdspan	åker	vulkanit, vulkanitgnejs	sten	1932	3,5
JB4	Olofström	6232560	1425380	gräsmatta	åker	gnejs	betong	1964	
JB5	Olofström	6234688	1427198	trädgård, gräsmatta	åker	gnejs	betong	1979	4
JB6	Karlshamn	6233990	1434040	gårdspan	åker	gnejs	betong	1950	5-6
JB7	Ronneby	6241450	1463040	intill åker	åker	Karlshamns- granit	betong	1945	5
JB8	Karlskrona	6235518	1503117	trädgård	åker	granit, granodiorit	betong	före 1900	5,5
JB9	Karlskrona	6255976	1487332	gårdspan	åker	Smålands- granit	betong	1900	6
JB10	Karlshamn	6228100	1431540	trädgård, gräsmatta	åker	gnejs	betong	före 1960	6
SB1	Ronneby	6251010	1468140	gårdspan, gräsmatta	skog	Karlshamns- granit	betong		4-5
SB2	Olofström	6249530	1427280	gårdspan	skog	granit, granodiorit	betong	före 1960	6
SB3	Olofström	6235510	1418200	gårdspan	skog	Spinkamåla- granit	betong	1954	6
SB4	Olofström	6251810	1422140	tomtkant	skog	granit, granodiorit	betong	1957	3-4
SB5	Olofström	6252194	1417023	gräsmatta	skog	granit, granodiorit	sten	före 1970	
SB6	Ronneby	6236050	1472630	skogskant, vid väg	skog	gnejs	betong	1952	3
SB7	Karlskrona	6259426	1486848	gårdspan	skog	grönsten/Små- landsgranit	betong	1946	7
SB8	Karlskrona	6232073	1506606	trädgård, gräsmatta	skog	granit, granodiorit	betong	1980	7
SB9	Sölvesbor	6216050	1432350	gräsmatta	skog	kritkalksten	betong	1937	3
SB10	Karlshamn	6226720	1445040	öppen mark	skog	Karlshamns- granit	betong	1945	3

### III. Övervakning av källor.

**Undersökningstyp: Inventering av källor**

**Undersökningstyp: Grundvattenkemi; intensiv/integrerad**

**Undersökningstyp: Geokemi/Mineralbestämning**

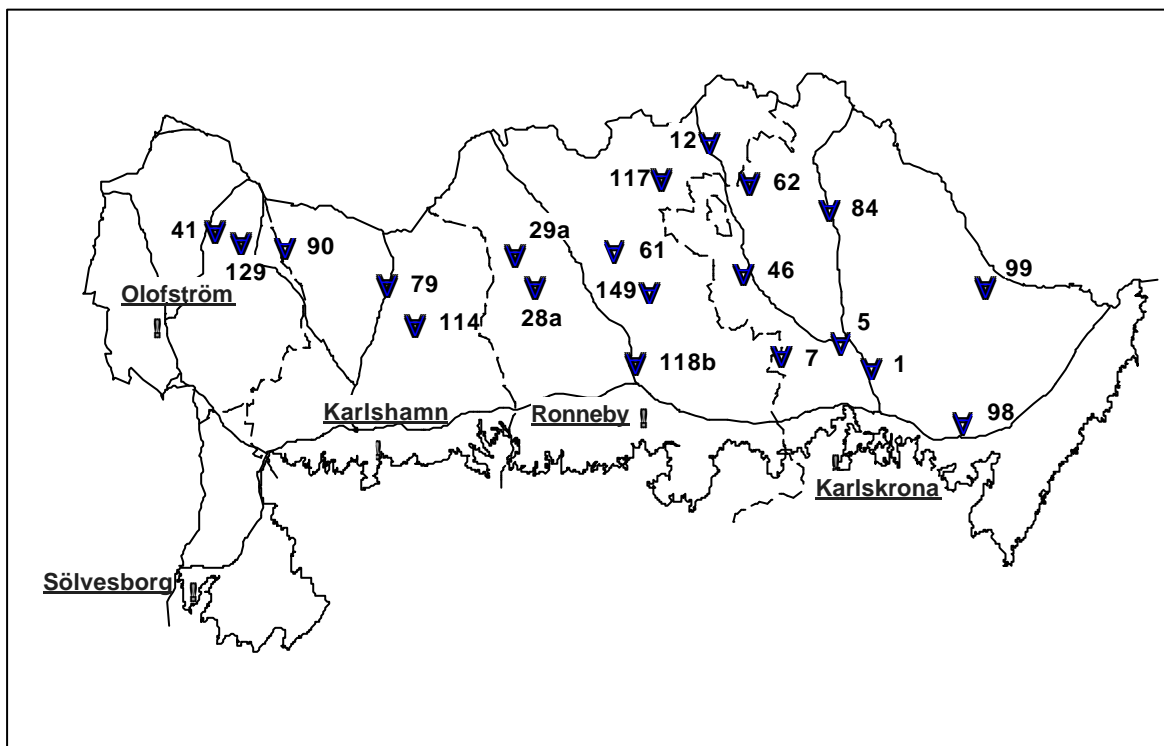
**Följande källor ingår i delprogrammet (Fig 10, Tab 7):**

- Karlskrona kommun: nr 1, 5, 7, 46, 62, 84, 98, 99.
- Ronneby kommun: nr 12, 28a, 29a, 61, 117, 118b, 149.
- Karlshamns kommun: nr 79, 90, 114.
- Olofströms kommun: nr 41, 129.

**Källorna fördelar sig på följande vegetationstyper:**

	<i>barrskog</i>	<i>lövskog</i>	<i>blandskog</i>	<i>åker/äng</i>
<i>Karlskrona kommun</i>	7, 62, 99	1, 98		5, 46, 84
<i>Ronneby kommun</i>	12, 28a, 29a, 117, 149	118b	61	
<i>Karlshamn kommun</i>	90	79		114
<i>Olofström kommun</i>	129	41		

Källorna provtas 1 gång/år under sensommaren (augusti).



**Figur 10.** Källornas fördelning i länet.  
*The distribution of the springs.*

**Aktuella parametrar för källorna (Tab 7):**

(Parametrar inom parentes prioriteras inte i första hand.)

temperatur, flöde, färg, turbiditet, pH, konduktivitet, natrium, kalium, kalcium, magnesium, järn, mangan, alkalinitet, klorid, sulfat, (nitrit+nitrat), (ammonium), (totalfosfor), aluminium, (TOC), kadmium, (bly), (zink), (arsenik)

**Tabell 6.** Fakta om de 20 källorna som ingår i delprogrammet. *Some information about the 20 springs.*

nr	kommun	x	y	käll- typ	vegetation	nivå (möh) <sup>g</sup>	jordarter <sup>g</sup>	berggrund <sup>g</sup>	sura, kristallina bergarter <sup>g</sup>	bottenmaterial	form av inventering	övrigt
1	Karlskrona	623582	148939	A	lövskog, granplantor	45-60	siltig, sandig morän	granit, granodiorit	98,3 %	sten, grus, sand	g / k / m	biologiskt intressant, under högsta kustlinjen
5	Karlskrona	623832	148645	A	åker / äng							
7	Karlskrona	623700	148065	A	granplantor lövskog	45-65	siltig morän	gnejs	85,6 %	silt, ler, sand, grus	g / k / m	under högsta kustlinjen
46	Karlskrona	624500	147695	A	lövhage, hagmark	40-65	sandig, siltig morän	Karlshamnsgranit/ granit, granodiorit	99,2 %	sand, grus, sten, block	g / k / m	under högsta kustlinjen
62	Karlskrona	625386	147755	A	granplantor	90-100	sandig, siltig	Karlshamnsgranit	100,0 %	sand, grus	g / k / m	
84	Karlskrona	625125	148536	A	lövhage, ängsmark	90-95	siltig, sandig morän	Smålandsgranit	97,2 %	sand, grus, sten, block	g / k / m	
98	Karlskrona	623040	149831	B	blockmark, lövskog	35-50	siltig, sandig morän	Spinkamålagranit	92,9 %	sand, grus, sten, block	g / k / m	under högsta kustlinjen
99	Karlskrona	624370	150060	A	granskog (lövskog)	90-100	siltig, sandig morän	Smålandsgranit	97,8 %	block, sand	g / k / m	biologiskt intressant
12	Ronneby	625785	147370	A	barrskog							
28a	Ronneby	624370	145670	B	granskog	70-85	siltig, sandig morän	Spinkamålagranit	98,0 %	sand, grus, sten, block	g / k / m	
29a	Ronneby	624689	145485	A	barrskog (lövskog)							
61	Ronneby	624720	146442	B	granskog, blandskog	85-105	siltig, sandig morän	granit, granodiorit, grönsten	96,4 %	sand, grus, sten, block	g / k / m	biologiskt intressant
117	Ronneby	625421	146898	B	granskog	115- 125	siltig, sandig morän	Karlshamnsgranit	99,6 %	grus, org material	g / k / m	biologiskt intressant
118b	Ronneby	623613	146669	A	lövskog (barrskog)	45	sand	Karlshamnsgranit	98,4 %	sand	g / k / m	biologiskt intressant, under högsta kustlinjen
149	Ronneby	624322	146790	B	barrskog (åker)	65-75	siltig, sandig morän	Karlshamnsgranit/ granit, granodiorit	99,6 %	sand, grus, sten, block	g / k / m	biologiskt intressant
79	Karlshamn	624392	144230	B	lövskog, ängsmark	70-100	siltig, sandig morän	granodiorit	99,6 %	sand, grus, sten, block	g / k / m	biologiskt intressant
90	Karlshamn	624753	143223	A	granskog	115- 125	siltig, sandig morän	granodiorit	99,6 %	grus, org material	g / k / m	biologiskt intressant
114	Karlshamn	624005	144502	B	åker / äng							biologiskt intressant
41	Olofström	624925	142554	A	lövskog							
129	Olofström	624803	142812	B	granplantor barrskog	130- 135	siltig, sandig morän	granodiorit	99,2 %	grus, block	g / k / m	biologiskt intressant

**A** = jämn vattenkvalitet, låg vattentemp under sommarhalvåret, ett märkbart naturligt utflöde av vatten, inga rör eller slangar i källan som suger upp vattnet, ej nedtrampad av djur, ej påverkad av betongringar e dy i vattnet, **B** = någon eller några av ovanstående kriterier är ej uppfyllda.

**g** = geologisk undersökning (Magnusson, 1995), **k** = inventering av kärlväxter (Björgren, 1994), **m** = inventering av mollusker (Olsén, 1994).

**Tabell 7.** Provtagningsfrekvenser för de olika parametrarna de närmaste fem åren, med avseende på källorna.  
*Sampling frequencies for different variables during the next five years, concerning the springs.*

<b>Parameter</b>	<b>Enhet</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
temperatur	°C	x	x	x	x	x
flöde	l/s	x	x	x	x	x
färg (Pt)	mg/l	x	x	x	x	x
turbiditet	FNU	x	x	x	x	x
pH		x	x	x	x	x
konduktivitet	mS/m	x	x	x	x	x
natrium (Na)	mg/l					x
kalium (K)	mg/l					x
kalcium (Ca)	mg/l	x	x	x	x	x
magnesium (Mg)	mg/l	x	x	x	x	x
järn (Fe)	mg/l			x	x	x
mangan (Mn)	mg/l			x	x	x
alkalinitet (HCO <sub>3</sub> )	mg/l	x	x	x	x	x
sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l					x
klorid (Cl)	mg/l					x
totalaluminium (Tot-Al)	mg/l	x	x	x	x	x
kadmium (Cd)	µg/l					x

#### IV. Yttäckande övervakning av grundvatten i skogsmark:

##### SGUs grundvattennät:

1 st observationsrör (nr 72101) vid Sännen (fd PMK-station), sedan 1983.

##### Aktuella parametrar:

grundvattennivå, temperatur, pH (fält och lab), konduktivitet (fält och lab), syre (fält), alkalinitet, natrium, kalium, kalcium, magnesium, sulfat, klorid, ammonium, nitrat, nitrit, florid, järn, mangan, aluminium, zink, kadmium, krom, koppar, bly, (kvicksilver,) TOC, silikatkiisel

**Provtagningsfrekvens:** 4 ggr/år

## LITTERATUR

- Björgren Ivar (1994) Inventering av källor - Vegetationsinventering av vissa utvalda källor i Blekinge. Länsstyrelsen i Blekinge, stencil 37 s.
- Dahlman Michael (1990) Förekomst av bekämpningsmedel i dricksvattenbrunnar i Skåne. *Vår Föda* 1990; 42 (4-5): 244-252.
- Fogdestam Birger (1993) Grundvattnet i Blekinge. *Blekinges Natur*, årsbok 1993, sid 15-33.
- Hallgren Larsson E, Knulst J C, Lövblad G, Malm G, Sjöberg K, Westling O (1997) Luftföroreningar i södra Sverige 1985-1995. IVL Rapport B 1257.
- Hansson Mats (1994) Källor i Blekinge - en studie av det ytliga grundvattnet 1984-1991. Länsstyrelsen i Blekinge, rapport.
- Hessel Katinka, Kreuger Jenny, Ulén Barbro (1997) Kartläggning av bekämpningsmedelsrester i yt-, grund- och regnvatten i Sverige 1985-1995. *Ekohydrologi* 42. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. ISSN 0347-9307.
- Jönsson Mikael (1980) Grundvattendata 1969-79 - Kommunala vattentäkter i Blekinge län. Examensarbete vid miljö- och naturvetarlinjen, Högskolan i Kalmar (1980:1).
- Lantbrukarnas Riksförbund och Statistiska centralbyrån (1997) Miljöredovisning för svenskt jordbruk - 1996/97. ISBN 91-6306066-3.
- Livsmedelverket (1993) Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten. SLV FS 1993:35. ISSN 0346-119X
- Länsstyrelsen i Blekinge (1995) Miljö i Blekinge - Förslag till regionala mål och åtgärder.
- Magnusson Martin (1995) Geologi kring 19 källor i Blekinge. Länsstyrelsen i Blekinge, i manusform.
- Miljödepartementet (1998) Svenska miljömål - en sammanfattning av regeringens proposition 1997/98:145.
- Naturvårdsverket (1986) Monitor 1986: Sura och försurade vatten. ISBN 91-620-1013-1.
- Naturvårdsverket (1989) Försurningsläget i enskilda vattentäkter i Sverige. Rapport 3567. ISBN 91-620-3567-3.
- Naturvårdsverket (1990) Allmänna råd 90:15: Grundvattentäkter - Skyddsområden och skydds-föreskrifter. ISBN 91-620-0054-3.
- Naturvårdsverket (1994) Handbok för miljöövervakning, del 1-3.
- Naturvårdsverket (1997) Ren luft och gröna skogar - Förslag till nationella miljömål 1997. Rapport 4765. ISBN 91-620-4765-5.
- Naturvårdsverket (1998) deFacto; 98 - Uppföljning av föreslagna nationella miljö kvalitetsmål. ISBN 91-620-1187-1.
- Naturvårdsverket (1999) Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - *Grundvatten*. Rapport 4915. ISBN 91-620-4915-1.
- Olsén Lars-Göran (1994) Källor i Blekinge - Inventering av landsnäckor. Länsstyrelsen i Blekinge, stencil 8 s.
- Pousette Jan, Fogdestam Birger, Gustafsson Ove, Engqvist Per (1983) Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Blekinge län. SGU, serie Ah, nr 4. ISBN 91-7158-261-4.
- Rosling Doris, Erlandsson Bitte, Pihlström Tiuja, Ericsson Bengt-Göran (1998) Dricksvattnet - stor undersökning av bekämpningsmedel. *Vår Föda* 1998; 1: 22-28.
- Sandberg Eva, Erlandsson Bitte (1990) Bekämpningsmedelsrester i vattentäkter och dricksvatten. *Vår Föda* 1990; 42 (4-5): 224-234.
- Stenström Tore (1989) Kadmium och bly i brunns- och grundvatten. *Vatten* 45:145-156. Lund 1989.
- Wildroos Bo (1986) Försurning i Blekinge. Länsstyrelsen i Blekinge län.