



Rapport 2004:25



LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

Källor i Stockholms län

Inventering och underlag för miljöövervakning

Författare:

Daniel Boman

Göran Hanson

Rapport 2004:25



LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

Källor i Stockholms län

Inventering och underlag för miljöövervakning

Foto omslag: Maj-Britt Rehnström. Storkällan, Nacka kommun, februari 2003.

Utgivningsår: 2004

Tryckeri: Intellecta DocuSys AB

ISBN: 91-7281-155-2

Ytterligare exemplar av denna rapport kan beställas hos
Miljöinformationsenheten, Länsstyrelsen i Stockholms län, tel 08-785 52 94

Rapporten finns också på vår hemsida **www.ab.lst.se**

Förord

Länsstyrelsen i Stockholms län har under tiden oktober 2002 - februari 2003 genomfört en inventering av källor i länet. Källinventeringen har utförts inom ramen för den regionala miljöövervakningen. Medel för inventeringen har utgått från Naturvårdsverket.

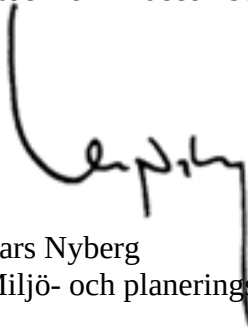
Projektet har genomförts av Daniel Boman och Göran Hanson på Länsstyrelsens miljöskyddsenhet. Daniel Boman har svarat för datainsamling, fältarbeten, analys och utvärdering samt huvuddelen av rapportsammanställningen. Professor emeritus Gert Knutsson vid Institutionen för Mark- och vattenteknik, KTH, och Karin Ek och Joakim Pansar vid Länsstyrelsens miljöinformationsenhet har granskat manuskriptet och bidragit med många värdefulla synpunkter.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har välvilligt ställt sitt källarkiv till förfogande för inventeringen. Information om länets källor har även inhämtats från kommuner, hembygdsföreningar, Akademien för de friska källorna (källakademien), konsultföretag, litteratur och från intresserade privatpersoner.

Inventeringen gör inte anspråk på att vara en komplett redovisning av länets källor utan ska ses som en sammanställning av tidigare kända källor i länet kompletterad med fältbesiktningar och vattenprovtagning i miljöövervakningssyfte.

Länsstyrelsen i Stockholm vill rikta ett stort tack till alla som medverkat i källinventeringen. Ett speciellt tack till alla som deltagit i fältundersökningen. Er lokalkännedom och kunskaper om källorna har varit till ovärderlig hjälp i arbetet.

Stockholm i december 2004



Lars Nyberg
Miljö- och planeringsdirektör

Innehållsförteckning

Förord	1
Sammanfattning	5
Summary	7
Bakgrund.....	9
Syfte.....	9
Källor.....	9
Regional grundvattenövervakning	10
Metodik.....	12
Sammanställning av information.....	12
Fältarbete.....	12
Urval av källor för provtagning	13
Analysarbete	13
Resultat	15
Fältdata.....	15
Kommunfördelning.....	15
Akvifertyp	18
Källflöde	20
Påverkan.....	20
Temperatur	20
Källor som sinat	21
Provtagna källors egenskaper och potentiella föroreningar	22
Vattenkvalitet	24
Källornas lämplighet för miljöövervakning.....	34
Beskrivning av provtagna källor	35
Källor som inte provtagits i denna inventering men som kan vara lämpliga för miljöövervakning	38
Fortsatt arbete	39
Fotografier på provtagna källor	41
Referenser.....	46
Bilagor.....	47
1 Fältanteckningar	
2 Analysresultat	
3 Analysresultat från andra undersökningar	

Sammanfattning

Länsstyrelsen i Stockholms län genomförde under perioden oktober 2002 till februari 2003 en inventering av källor (kallkällor) i länet. Inventeringen utfördes inom ramen för den regionala miljöövervakningen som Länsstyrelsen bedriver med stöd från Naturvårdsverket.

Syftet med inventeringen var att öka kunskapen om länets källor och att undersöka huruvida källor kan vara lämpliga att ingå i ett långsiktigt övervakningsprogram för grundvatten. En fördel med källor i miljöövervakningen är att dessa inte kräver några ingrepp i form av borrhinar och observationsrör och därmed inte stör de naturliga förhållandena som ett observationsrör kan göra. En annan fördel är att källornas vattenkvalitet och flöde är representativa för ett större område, nämligen källornas hela tillrinningsområde.

Källinventeringen består av en sammanställning av information från olika register, arkiv och tidigare utredningar, en inventering i fält av ett 70-tal källor och en undersökning av vattenkvaliteten i 19 utvalda källor. Källorna som valdes ut för vattenprovtagning representerar olika geologiska miljöer och föroreningsrisker. De flesta källorna är belägna i anslutning till stora rullstensåsar men det förekommer även källutflöden i moränmark och direkt ur berggrunden samt uppträngande källflöden från sand- och gruslager under lera.

Vid fältbesöken dokumenterades källornas flöde, geologiska förhållanden i deras tillrinningsområden, markförhållanden kring källorna och källornas utformning. Informationen som tagits fram finns även i ett geografiskt informationsskikt (GIS-skikt) med alla registrerade data samt fotografier på de besökta källorna.

Fältinventeringen utfördes under vinterförhållanden vilket är gynnsamt då de källor som kan observeras med större säkerhet än under andra tider på året kan anses vara permanenta och ej förväxlas med temporära ytliga vattenflöden. En nackdel med att inventera vintertid är att flora och fauna inte kan kartläggas. En komplettering med en biologisk kartering är därför önskvärd för att få en helhetsbild av förhållanden kring källorna i länet.

Utöver de källor som undersöktes i fält besöktes även ett 20-tal platser där det skulle finnas källor men där dessa inte kunde återfinnas av olika skäl. Låga grundvattennivåer vid tidpunkten för inventeringen, andra naturliga faktorer och mänsklig påverkan, till exempel bebyggelse, var några sannolika anledningar till att källor sinat.

Analysresultaten visar att verksamheter som kan påverka grundvattnet går att följa i det utströmmande källvattnet. Bland annat kan effekterna av jordbruk, vägsalt, bebyggelse och industrier följas genom analys av grundvattnet i källor. Av de 19 provtagna källorna var 13 förknippade med störningar i inströmningsområdet vilket återspeglas i analysresultaten. Bland annat indikerar en hög kloridhalt (148 mg/l) i en källa belägen nära en stor väg i Södertälje kommun påverkan från vägsalt. Påverkan av grundvatten från djurhållning och jordbruk har bland annat gett upphov till förhöjda nitrathalter i ett flertal provtagna källor på Landsort och i Norrtälje kommun. Förhöjda halter av kadmium, zink och bly påträffades i grundvattnet i källor på Landsort och i Botkyrka kommun.

I källinventeringen ingår ett antal källor som skulle kunna ingå i ett framtida övervakningsprogram för grundvatten i länet.

Summary

An inventory of coldwater springs in Stockholm County: a basis for environmental quality monitoring of groundwater

The County Administrative Board of Stockholm carried out an inventory of coldwater springs in Stockholm County from October 2002 to January 2003. The inventory was part of the regional environmental monitoring programme, which is run by the County Administrative Board and receives financial support from the Swedish Environmental Protection Agency.

The aim of the inventory was to increase knowledge about coldwater springs in the county and to determine whether the springs were suitable objects for long-term monitoring of groundwater quality. One advantage of springs is that methods such as drilling or observation pipes are not required for environmental monitoring, and natural hydrological processes are thus not disturbed. Another advantage is that the water quality and flow are representative of a larger area, namely the entire drainage area of the springs.

The inventory includes a compilation of information from earlier inventories of springs in the county, a field survey of about 70 springs and analyses of water chemistry in 19 springs. The springs that were chosen for the water analyses represent different geological environments and different levels of exposure to pollutants.

Most of the springs were located in the direct vicinity of large glaciofluvial deposits (eskers), but some headsprings emerged from glacial till or seeped directly from bedrock, and some headsprings emerged from layers of sand and gravel under clay.

The field survey documented the type of spring, the water flow, the geological conditions in the drainage area of the springs, and the soil characteristics in the vicinity. The data that were gathered during the survey were stored in a Geographical Information Systems (GIS) database that includes photographs of the springs.

The field survey was conducted during late autumn and winter, which is the best season for identifying permanent groundwater springs. At other times of the year, it is difficult to distinguish permanent springs from temporary flows of surface water. The disadvantage of winter fieldwork was that it was not possible to survey the flora and fauna. The field survey should therefore be supplemented with a biological survey, in order to gain a complete picture of the environmental conditions in the vicinity of the springs.

Apart from the springs that were identified in the field survey, there were about 20 areas in which no springs were found, despite previous reports of their occurrence. There are a number of explanations for why these springs had dried up: low groundwater levels at the time of the field survey; other natural factors; and human activities, e.g. construction.

The chemical analyses showed that human activities that affect groundwater also have an impact on the outflowing spring water. It is possible to identify the effects of agriculture, road salt, construction and industries by analysing the groundwater that flows from springs. In 13 of the 19 springs, the chemical analyses showed that the water was affected by disturbance in the drainage area. For instance, a high chloride level (148 mg/L) in a spring close to a major road in the municipality of Södertälje indicated the impact of road salt. The effects of animal husbandry and agriculture resulted in elevated levels of nitrate in several springs on the island of Landsort in the Baltic Sea and in the municipality of Norrtälje. It should also be possible to follow up the impact of industrial activities on groundwater, as elevated levels of cadmium, zinc and lead were found in springs on the island of Landsort and in the municipality of Botkyrka.

The inventory thus identified a number of coldwater springs that could be included in a future program to monitor the status of groundwater in Stockholm County.

Bakgrund

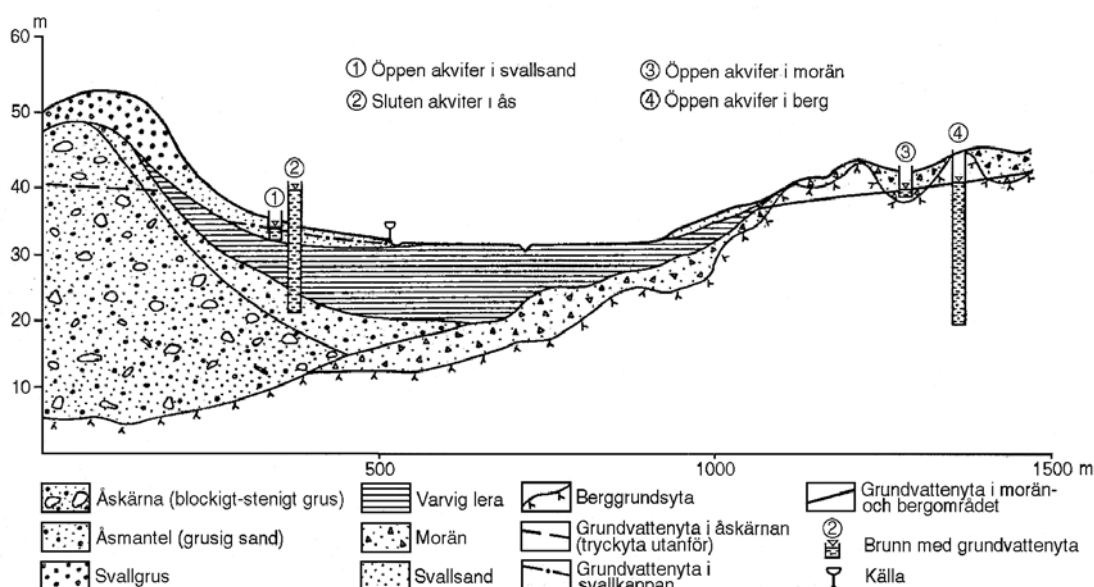
Syfte

Syftet med denna inventering har varit att öka kunskaperna om länets källor och att undersöka huruvida vissa av källorna lämpar sig för miljöövervakning av grundvatten och därmed skulle kunna ingå i framtida regional övervakning av grundvatten.

Källor

Källor utgör platser i terrängen där grundvatten naturligt tränger fram och är enligt den hydrogeologiska definitionen ”dräneringspunkter för grundvattenmagasin i berg och jord”.

Källor förekommer i hela länet och varierar i storlek, utseende, geologi och utformning. Källor med stort flöde förekommer framförallt i anslutning till rullstensåsar vilka är uppbyggda av grus och sand och har god vattenledningsförmåga. Även i andra geologiska formationer som innehåller sand eller grus, till exempel morän (även kallad pinnmo) och svallsand förekommer det källor. Källor kan även tränga ut ur sprickor i berggrunden eller genom lera som överlagrar vattenförande formationer (fig. 1).



Figur 1. Schematisk skiss över en för Stockholms län typisk dalgång under högsta kustlinjen. Källor framträder främst i sluttningar av både sorterat och osorterat material (efter Knutsson och Morfeldt, 2002).

Tillgången på drickbart vatten och den speciella omgivningen har gjort att källor nyttjats av både djur och människor. Ofta var källor tidigare nödvändiga för vattenförsörjningen till gårdar och torp och vattnet i vissa källor ansågs ha helande krafter. Andra källor användes som samlingspunkter för trefaldighetsfirande och offerritualer. Källorna och deras historia är ofta intressant ur ett kulturhistoriskt perspektiv då tidig bosättning ofta skett i anslutning till källor. Många källor är därför klassade som fornminnen enligt kulturminneslagen (Lagen (1988:950) om kulturminnen, 2 kap.). Speciellt gäller detta för trefaldighets- och offerkällor.

Runt källorna utvecklas ofta en särpräglad flora och fauna och sedan 1991 ingår därför källor i skyddet av nyckelbiotoper enligt 7 kap miljöbalken som behandlar områdesskydd (7 kap. 11 § miljöbalken och Förordning (1998:1252) om områdesskydd enligt miljöbalken m.m.).

Regional grundvattenövervakning

Miljöövervakningens syften är att beskriva miljötillståndet i länet, att bidra med underlag för att följa upp miljö kvalitetsmål och att identifiera nya, hittills okända, miljö störningar. En viktig del med miljöövervakningen är även att följa upp effekter av miljöbefrämjande åtgärder.

Länsstyrelsen bedriver sedan många år tillbaka ett miljöövervakningsprogram där grundvattenövervakning hittills förekommit i begränsad omfattning. Inriktningen på den övervakning som för närvarande genomförs är att övervaka tillståndet i grundvatten i skogsmark framförallt med avseende på försurning.

Främst lämpar sig källor för grundvattenövervakning i två avseenden. För det första kan provtagning av grundvatten i källor utföras utan användning av pumpar, undersökningsrör eller borrhål vilka riskerar att påverka vattnets kemi. För det andra utgör källorna slutpunkten (utflödesområde) för grundvattnets transport genom en grundvattenförekomst (akvifer). Sammansättningen av det utströmmande vattnet och flödet representerar förhållanden i hela tillrinningsområdet (inströmningsområdet) och speglar de förändringar som sker i detta i olika avseenden.

I det regionala miljöövervakningsprogrammet för Stockholms län för åren 2002-2006 har grundvattenövervakning fått en mer framträdande roll med förslag till flera nya delprogram (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003).

Utöver övervakningen av grundvattenkvalitet inom skogliga observations-tytor finns nu inom ramen för Programområde Sötvatten – Grundvatten även delprogram för regional brunnsinventering, inventering av källor, övervakning av salt grundvatten i enskilda bergborrade brunnar i skärgården samt ett delprogram som bygger på sammanställning av resultat från kommunala grundvattentäkter. Dessutom finns två delprogram för radon

och algtoxiner i dricksvatten inom programområdet Hälsa och urban miljö (numera kallad hälsorelaterad miljöövervakning).

Av de fyra delprogram som beskrivs ovan har under 2002/2003 denna källinventering utförts och en undersökning av saltvattenpåverkan i bergborrade brunnar påbörjats. Den regionala brunnsinventeringen planeras att genomföras under 2004-2005. Data från kommunala grundvattentäkter på regional nivå kommer att sammanställas under 2005.

Resultaten från dessa fyra delprogram kommer, tillsammans med övervakningen av grundvattenkvalitet inom skogliga observationsytor och delprogrammen för radon och algtoxiner i dricksvatten, att utgöra underlag för ett samlat övervakningsprogram för grundvatten. Det regionala övervakningsprogrammet för grundvatten syftar bland annat till att skapa underlag för uppföljning av miljömålet "Grundvatten av god kvalitet".

Ansvarig myndighet för miljömålet "Grundvatten av god kvalitet" är Sveriges geologiska undersökning (SGU) som även ansvarar för den nationella miljöövervakningen av grundvatten. En metod för provtagning av källor finns beskrivet som en undersökningstyp i Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning.

Metodik

Sammanställning av information

För att få en så fullständig bild som möjligt av länets källor samt ett underlag för fältarbetet sammanställdes information från ett flertal register. Den insamlade informationen varierar i ålder, omfattning och noggrannhet och bedömdes därefter ur lämplighetssynpunkt för fältbesök. De planerade fältbesöken fördelades mellan källorna så att variationer i bland annat typ av grundvattenförekomst (akviferer), storlek (flöde) och störningar i tillrinningsområde (inströmningsområde) kom att speglas. Avgörande för valet av platsbesök var även en jämn fördelning i länet samt rimlighet att återfinna källan.

Informationen om källor i Stockholms län kommer huvudsakligen från följande register:

- SGU:s källarkiv
- SGU:s jordartskarta
- Länsstyrelsens fornarkiv
- Länsstyrelsens naturkatalog
- Skogsvårdsstyrelsens databas över nyckelbiotoper
- Lantmäteriets fastighetskartor och sammanställning av samfälligheter
- Kommunala källinventeringar
- Hembygdsföreningar

Information erhöles även ifrån Föreningen Sörmlandsleden, Akademien för de friska källorna (källakademien), Anders Eriksson vid konsultfirman WSP, tidningsartiklar, examensarbete från KTH och från privatpersoner.

Fältarbete

De källor som valdes ut för besök representerar olika geologiska förhållandena i länet samt vanliga störningar av grundvattnet. Vid varje besök fotograferades källan och dess tillrinningsområde. Källans läge fastställdes i rikets nät med GPS. Den omgivande terrängen och växtligheten (om det fanns någon, inventeringen utfördes huvudsakligen vintertid) runt källan beskrevs och källans utbredning (t.ex. källkärr, källhorisont eller källbäck) dokumenterades. Temperatur och pH mättes i de fall som källvatten kunde samlas upp. Flödet uppmättes eller uppskattades. Då det var möjligt uppmättes flödet genom att en tio liters plasthink fylldes och tiden för detta fastställdes med ett stoppur. Där vattnet trängde fram vid flera punkter eller inte gick att samla upp i en behållare uppskattades flödet visuellt. Den indelning av flöden som gjorts är baserad på uppgifter i SGU:s källarkiv. I de

källor som bedömdes som potentiellt lämpliga för framtida miljöövervakning (se Källornas lämplighet för miljöövervakning) togs vattenprover.

Mätningar av pH och temperatur utfördes i fält med utrustning från företaget Jenway (pH Meter 3200).

Urval av källor för provtagning

De 19 källor som provtogs under fältarbetet valdes huvudsakligen ut med avseende på typ av störningar i inströmningsområden och flöden. Viktigt för ett fungerande övervakningsprogram är även källornas framtida existens och tillgänglighet. Detta föranledde valet av källor till sådana som är välkända och dokumenterade sedan en längre tid tillbaka. Intressant ur miljöövervakningssynpunkt är även grundvattnets transport genom akvifären.

Fokus lades på ett antal störningar som ansågs lämpliga att identifiera i källor. Genom provtagningar av grundvatten avsågs att spåra föroreningar från främst större vägar (vägsalt och tungmetaller), bebyggelse och industri (förhöjda halter av klorid, nitrat, metaller och olja och andra specifika ämnen) samt djurhållning och åkermark (främst förhöjda halter av nitrater). Provtagning utfördes även av källor i ostörd terräng, referenskällor, och källor i kustnära områden för att undersöka eventuell saltpåverkan av grundvattnet.

Analysarbete

Vattenproverna analyserades vid SWECO Ecoanalys ackrediterade laboratorium i Stockholm. De analysmetoder som användes finns listade i tabell 1.

Projektets uppläggning, provtagningar och analysomfattning följer undersökningstypen "Inventering av källor" i Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning.

Rapportutformning och bearbetning av analysresultat grundar sig på "Extensiv övervakning av försurningskänsligt grundvatten i Älvsborgs län" (Länsstyrelsen i Älvsborgs län, Rapport 1997:10) och på "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - grundvatten" (Naturvårdsverkets Rapport 4915).

Tabell 1. Förteckning över parametrar som analyserats på laboratorium och metoder som använts i analysarbetet.

Analys	Metod
Konduktivitet (mS/m)	SSEN27888
pH	SS028122
Alkalinitet mg (HCO ₃ /l)	SS-EN ISO 9963-2
Totalhårdhet (°dH)	SS-EN 1484
Kalcium, Ca (mg/l)	DIN 38406/
Magnesium, Mg (mg/l)	DIN 38406/22
Natrium, Na (mg/l)	DIN 38406/22
K alium, K (mg/l)	DIN 38406/22
Järn, Fe (mg/l)	DIN 38406/22
Mangan, Mn (mg/l)	DIN 38406/22
Aluminium, Al (mg/l)	DIN 38406/22
Koppar, Cu (mg/l)	DIN 38406/22
Kisel, Si (mg/l)	DIN 38406/22
Zink, Zn (mg/l)	DIN 38406/22
Kadmium, Cd (µg/l)	DIN 38406/22
Bly, Pb (µg/l)	DIN 38406/22
Totalt organiskt kol, TOC (mg/l)	SS028199
Totalkväve, N (tot) (mg/l)	SS028131 FIA
Ammoniumkväve, NH ₄ -N (mg/l)	SS-EN ISO 11732
Nitratkväve, NO ₃ -N (mg/l)	SS-EN ISO 13395
Nitritkväve, NO ₂ -N (mg/l)	SS-EN ISO 13395
Fosfor, P tot (mg/l)	SS028127 FIA
Fosfatfosfor, PO ₄ -P (mg/l)	SS028126 FIA
Fluorid, F (mg/l)	SSEN-ISO 10304
Klorid, Cl (mg/l)	SSEN-ISO 10304
Sulfat, SO ₄ (mg/l)	SSEN-ISO 10304

Resultat

Fältdata

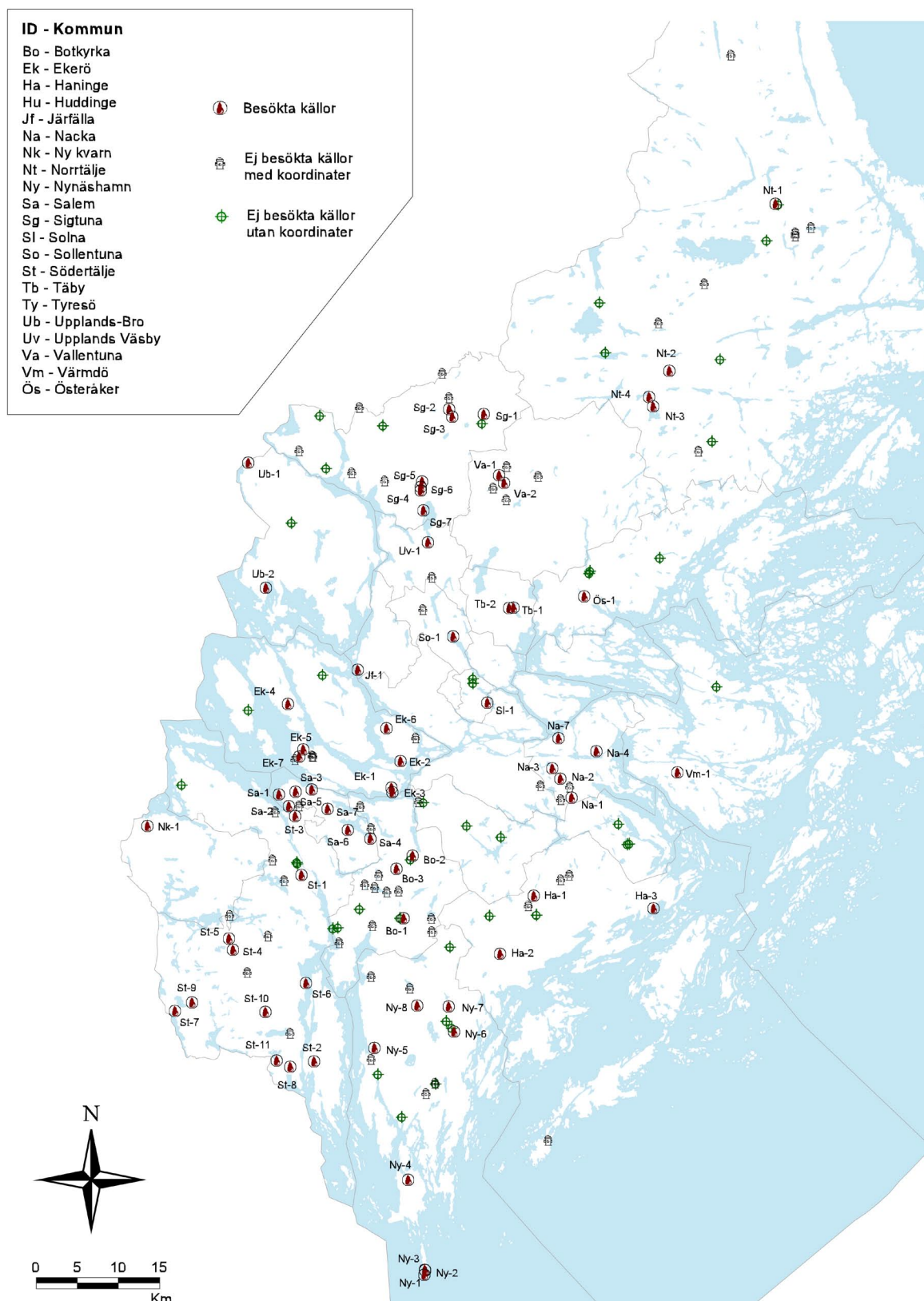
Fältarbetet utfördes under november 2002 - januari 2003. Förhållandena gjorde det möjligt att identifiera källor som under en varmare årstid hade varit svåra eller omöjliga att skilja från våtmarker och vattendrag. Ett tunt snötäcke samt fruset ytvatten gjorde att utströmmande grundvatten tydligt syntes som vakar i isar eller ofruset vatten och grön vegetation i snölandskapet. Det torra året och den valda årstiden minskade även påverkan av ytvatten och lämnade endast de vattenrikaste källorna öppna. Detta innebär att de besökta och provtagna källorna som flödade är pålitliga och således ur vattenföringssynpunkt lämpliga för långsiktig övervakning.

Totalt besöktes 67 vattenförande källor i länet (figur 2). Namn samt de observationer som gjordes i fält om varje enskild källa redovisas i bilaga 1. Av dessa provtogs 19 för fysikalisk-kemisk analys. Ytterligare fem källor ansågs lämpliga för provtagning, se bilaga 1. De beskrivs även i kapitlet om källornas lämplighet för miljöövervakning. Av dessa fem källor är tre (Gorran, Sandakällan och Hammarby källa) kraftigt flödande och välkända. Både Gorran och Hammarby källa ligger i anslutning till kommunala vattentäkter och Sandakällan används frekvent som alternativ dricksvattenkälla av invånare i Stockholmsregionen. Då dessa källor inte provtogs i detta projekt men ändå är av regionalt intresse bifogas analysresultaten, se bilaga 3. Anledningen till att dessa källor inte provtogs var att andra intressenter kontinuerligt analyserar vattnet i källorna. Fördelningen av källor med avseende på geologiska förhållanden, fördelning mellan kommuner, temperatur, pH, utfällning, flöde och påverkan framgår av tabell 2 och 3.

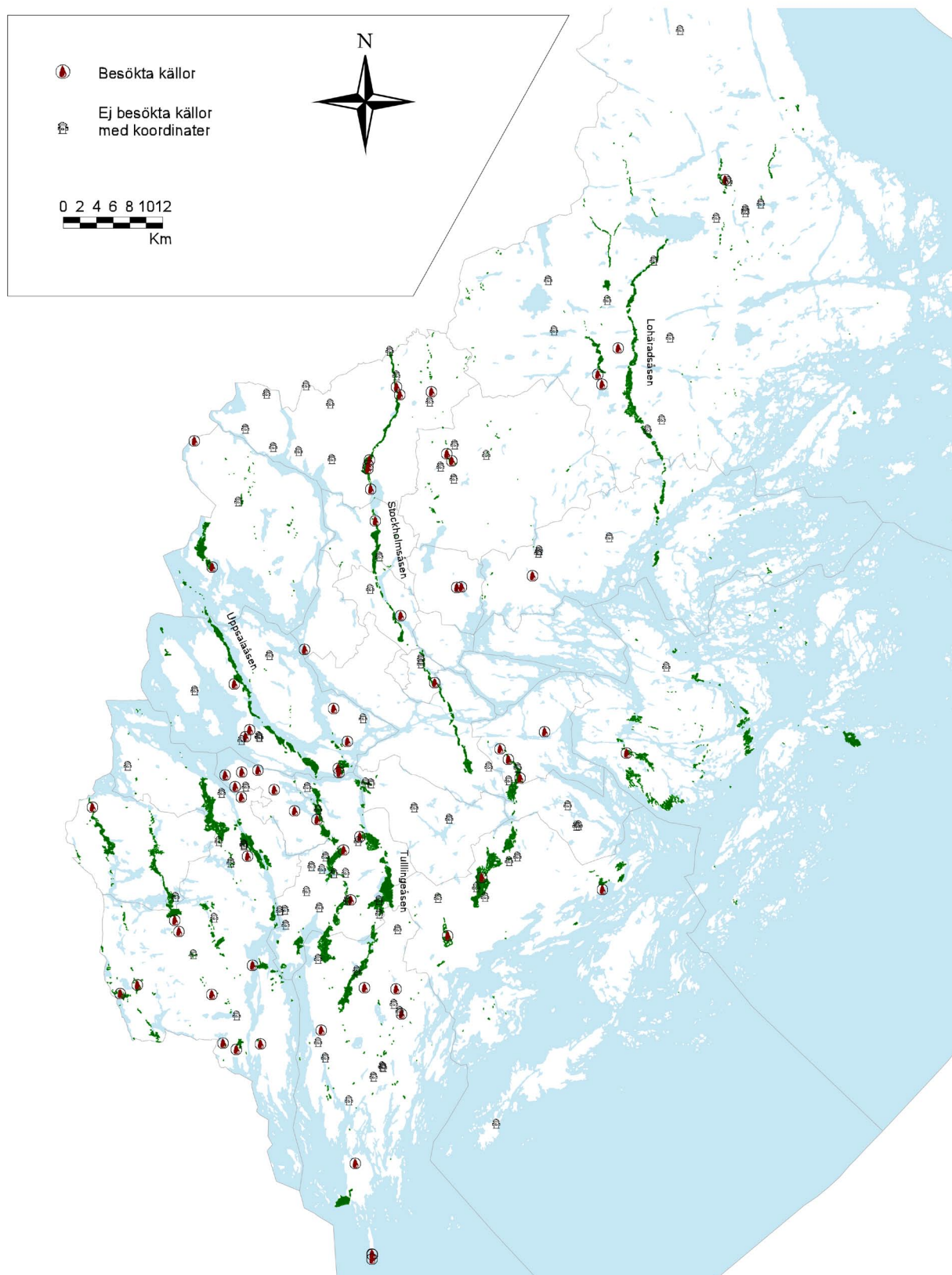
Figur 2 visar fördelningen mellan besökta och övriga dokumenterade källor samt deras lokalisering i länet.

Kommunfördelning

Fältbesöken har styrts av tillgång på källor och tillgänglig information om dessa. Två kommuner har utfört egna källinventeringar (Botkyrka och Sigtuna) vilket bidragit till ett lokalt större urval. Upplands Väsby kommun utförde under 2003 en källinventering i samband med ett examensarbete på Stockholms universitet men detta material har inte funnits att tillgå under denna undersökning. Sigtuna har i sin inventering 130 dokumenterade kallkällor och Botkyrka 70 stycken. Även geologiska formationer styr tillgången på källor vilket återspeglas som högre frekvens av källor runt de stora isälvsavlagringarna (rullstensåsar) i länet (figur 3).



Figur 2: Källor som ingår i inventeringen. Besökta källor är koordinatsatta med GPS i fält och ej besökta källor med koordinater från SGU:s källregister samt digitala jordartskartor. Läget för ej besökta källor utan koordinater är inte exakt. ID-nummer är endast angivna för besökta källor.



Figur 3: Besökta källor och andra lägesbestämda källor samt isälvsavlagringar (markerade med grönt) i Stockholms län. I figuren syns även länets kommungränser och de större rullstensåsarna som är namngivna.

© Länsstyrelsen i Stockholms län, Lantmäteriet och Sveriges geologiska undersökning 2004.

Källor besöktes i 19 av länets 26 kommuner. I sju kommuner (Huddinge, Lidingö, Danderyd, Vaxholm, Sundbyberg, Tyresö och Stockholm) var information om källor bristfällig och flera tidigare kända källor har sinat.

Tabell 2. *Fördelning av källor mellan de kommuner som besöktes under inventeringen.*

Kommun	Antal källor
Botkyrka	3
Ekerö	7
Haninge	3
Järfälla	1
Sollentuna	1
Solna	1
Södertälje	11
Täby	2
Nacka	4
Upplands-Bro	2
Norrtälje	4
Upplands Väsby	1
Nykvarn	1
Vallentuna	2
Nynäshamn	8
Värmdö	1
Salem	7
Österåker	1
Sigtuna	7

Akvifertyp

Av tabell 3 framgår att den vanligaste akviferen är isälvsmaterial.

Majoriteten av de besökta källorna ligger i anslutning till en rullstensås, se figur 3. Rullstensåsar, som är uppbyggda av sorterat material med hög porositet och hydraulisk konduktivitet, har stor vattenledningsförmåga. Goda möjligheter att påträffa källor finns därför i åsarnas sluttningar och släntfot. Rullstensåsarnas egenskaper innebär omsättning av stora mängder grundvatten och de fem källor med störst flöde är alla lokaliserade i anslutning till stora isälvsavlagringar.

Moränjordarterna, som täcker $\frac{3}{4}$ av Sveriges berggrundsytta, har dålig vattenledningsförmåga på grund av låg sorteringsgrad och hård packning. Moräntäckta sluttningar är vanligt förekommande i Stockholms län (fig. 1) och i sluttningarnas lägre partier tränger ofta ett källsprång fram. Sexton av de besökta källorna var belägna i morän och berg/moränmark.

I det sprickdalslandskap som präglar länet täcker ofta leror underliggande jordarter i dalsvackor. De flesta källor tränger fram långt ned i sluttningar och det är inte ovanligt att lerorna sträcker sig upp på dalsidorna och täcker grundvattnets naturliga utlopp. Leror är täta jordarter som grundvattnet har svårt att rinna igenom. Grundvattnet kan däremot lokalt pressa sig igenom leran, till exempel i sprickor. Grundvattenflöde som hindras av ett tätt jordlager står under tryck (artesiskt grundvatten) och kan ge upphov till en så kallad springkälla om den svårgenomträngliga leran perforeras. Av 14 identifierade källor som är associerade med lera påträffades endast en (St-2, Svartkällan) med högt flöde.

Den kristallina berggrunden, som dominerar bergarterna i Stockholms län, fungerar som akviferer med låg vattenhållningsförmåga vilket också avspeglar sig i förekomsten och typen av källor. Sexton källor är belägna i anslutning till berggrundsakvifer. Av dessa var det endast fem som flödade (samtliga < 0,5 l/s) och fyra var torra eller frysta till is. Dessa vattenfattiga källor beaktas ändå i inventeringen då de representerar en specifik typ av akvifer och bildningsförhållande för grundvatten.

Tabell 3. Fördelning av besökta källor mellan olika akviferer, flöden och påverkan i inströmningsområdet samt värden på temperatur och pH som uppmättes i fält.

Akvifer	Antal källor	Källflöde (l/s)	Antal källor	Påverkan	Antal källor
Berg	5	< 0,5	31	Bebyggelse	10
Berg/lera	4	0,5-3	3	Djurhantering	5
Berg/morän	7	3-10	2	Kustnära	4
Isälvsmtl.	28	10-50	3	Ostörda	15
Vattenförande lager under lera	10	Inget synligt flöde	17	Industri	3
Organiskt material	1	Is	4	Väg (mindre)	8
Svallsand/grus	3	Torra	20	Väg (större)	4
Morän	9	Ej uppskattningsbart	4	Åkermark	10
				Övrigt	8

Parameter	1:a kvartil ¹⁾	Median	3:e kvartil
Temperatur (°C)	3,0	4,0	6,2
pH	6,8	7,1	7,4

1) 1:a kvartilen utgör gränsen för att 25 % av proverna har lägre halter än värdet och 3:e kvartilen utgör motsvarande gräns för 75 % av proverna

Källflöde

Av tabell 3 framgår att en minoritet av de besökta källorna flödade kraftigt. Endast för tre källor (Ny-9, Uv-1 och St-2) uppmättes flöden över 10 l/s och ytterligare fem källor bedömdes flöda mellan 0,5-10 l/s.

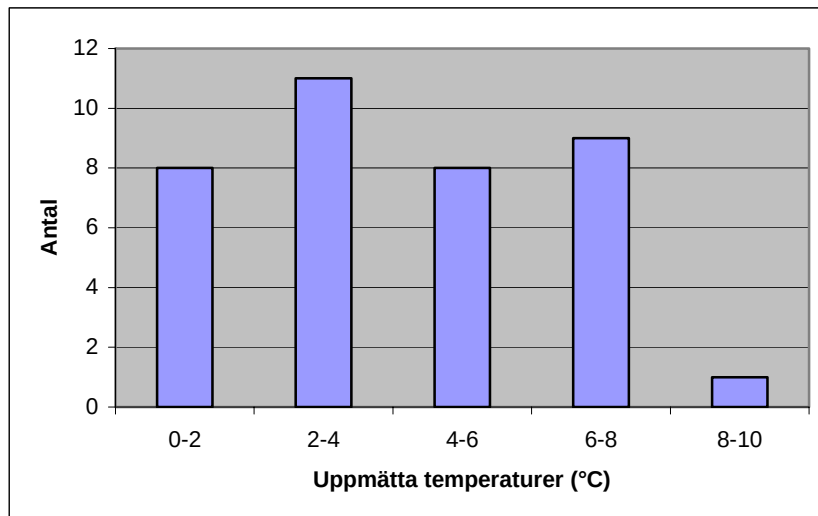
Beteckningen ”inget synligt flöde” innebär att källan utgjordes av en ofrusen vattenyta i, eller strax under, marknivån. Med ”ej uppskattningsbart flöde” avses de källor som mynnar i kärr, sjöar, åar eller bäckar. Källor som vid besöket var torra eller där vattnet hade frusit till is kan inte anses som vattenförande året runt. Dessa källor har dock rapporterats flöda när grundvattennivåerna är högre och anses därför intressanta för inventeringen. Källorna används även av lokalbefolkningen.

Påverkan

De typer av störningar som förekommer i inströmningsområden ligger till grund för urvalet av provtagning av källor i denna inventering. Källor i anslutning till objekt som kan tänkas påverka grundvattnet provtogs för att se om någon förändring av vattnets kvalitet skett. I anslutning till vissa av källorna fanns större vägar (t.ex. motorvägarna E4 och E18) eller andra kraftigt trafikerade trafikleder (t.ex. väg 73 och väg 57). Vissa källor låg i närheten av (< 50 m) frekvent trafikerade vägar. Källorna kan även vara påverkade av parker, kyrkogårdar, golfbanor och järnvägar. Ett antal källor kan anses vara opåverkade av närliggande aktiviteter och provtogs för att eventuellt ingå i övervakningsprogrammet som referenskällor. Den vanligaste påverkan utgjordes av bebyggelse, åkermark och vägar.

Temperatur

Källor i Sverige är så kallade kallkällor vilket innebär att temperaturen på det utträngande grundvattnet är ungefär den samma som årsmedeltemperaturen i området (i Stockholms län 6-8°C). Av figur 4 och tabell 3 framgår att mediantemperaturen i de provtagna källorna var 4°C. I 27 av 37 uppmätta källor var temperaturerna lägre än 6°C. De låga temperaturerna beror antagligen på liten omsättning av det utströmmande vattnet samt att vattnet ibland samlades upp en bit ifrån källsprånget och således kan ha kylts ned. Lufttemperaturen var ofta runt -10°C vid tidpunkten för inventeringen.



Figur 4. Fördelning av uppmätta temperaturer i 37 källor.

Källor som sinat

Ett tjugotal källor som var uttagna för provtagning återfanns inte i fält. Inventeringen utfördes under vinterhalvåret då grundvattenflödet är betydligt lägre än under vårens snöavsmältning och höstens regn. Grundvattennivåerna i länet var även generellt lägre för årstiden än normalt, delvis till följd av den varma och torra hösten. Dessa två faktorer bidrog antagligen till att en del av de källor som besöktes var torra. Det kan dock inte uteslutas att snö och istäcken dolt enstaka källor som kanske kunnat återfinnas under en varmare årstid. Källor kan även sina till följd av mänsklig aktivitet, på grund av att grundvattenflödet ändrat riktning eller till följd av landhöjning.

I tabell 4 redovisas några av de källor som inte kunde återfinnas i denna inventering. Som framgår av tabellen var låga grundvattennivåer den vanligaste orsaken till att en källa var torr eller inte kunde återfinnas. Andra naturliga orsaker som att grundvattenflödet ändrat riktning och kraftig järnutfällning har också förändrat förekomsten av källor. Det framgår även av tabellen att mänsklig aktivitet såsom exploatering av mark och uttag av grundvatten påverkar och förstör källor. Källor som sinat vid tidpunkten för besöket var vanligast där källan dränerade en mindre akvifer i berg eller morän.

Tabell 4. Förteckning över ett antal källor som sinat eller inte kunde återfinnas i fält.

Plats, kommun	Läge, x- och y-koord	Akvifer	Observation	Trolig orsak till att källan sinat
Nibble, Södertälje	6550370 1604861	Berg	Inget synligt flöde ur berget	Låg grundvattennivå
Dåderö, Södertälje	6548090 1606060	Lertäckt akvifer	Plöjd åker, ingen källa identifierad	Grundvattenflödet förändrat
Gottsunda, Österåker	6598002 1638890	Morän	Moränhöjd, ingen källa identifierad	Eventuellt byggandet av nytt bostadsområde
Stenslätten, Värmdö	6589841 1649464	Berg	Inget synligt flöde ur berget	Låg grundvattennivå
Bredden, Upplands Väsby	6599748 1620139	Lertäckt akvifer	Väg och företagsby, ingen källa identifierad	Anläggning av företagsby där källan tidigare låg
Ulriksdal, Solna	6587394 1625163	Berg	Torrt källsprång i berget	Låg grundvattennivå, flödar enligt uppgift på våren
Västra Ledinge, Norrtälje	6622770 1650350	Lertäckt akvifer	Stora diken grävda i området, ingen källa identifierad	Låg grundvattennivå och eventuellt grävda diken
Paradiskällan, Huddinge	6561378 1627035	Morän	Tidigare källsprång i bäcken, nu inga spår av källan	Grundvattenflödet förändrat
Skogshyddan, Nacka	6574260 1636900	Morän	Skogsområde, ingen källa identifierad	Låg grundvattennivå
Lilluddskällan, Nynäshamn	6526466 1617282	Berg/ morän	Stensatt källa som vid besöket var helt torr	Låg grundvattennivå, flödar enligt uppgift på våren
Viksberg, Salem	6571254 1603139	Lertäckt akvifer	Torr cementring där en källa tidigare flödade	Flödet hindrat till följd av kraftig järnutfällning

Provtagna källors egenskaper och potentiella föroreningar

I närheten av de provtagna källor som dränerar isälvsavlagringar påträffades störningar från en väg, kust, djurhållning och industri. Störningar i övriga akviferer framgår av tabell 5. Påverkan från vägar, djurhållning och industri bedömdes potentiellt kunna förekomma i två eller flera typer av akviferer medan bebyggelse och åkermark endast identifierades i en akvifertyp (berg/morän respektive lertäckt akvifer). Källor utan synbar påverkan i inströmningsområdet förekom i moränmark, berg/moränmark och isälvsavlagringar.

Tabell 5. Fördelning av de 19 provtagna källorna med avseende på akvifer och påverkan i inströmningsområdet samt akviferernas egenskaper. Källorna är markerade på kartan i fig. 1 och beskrivna i kapitlet "Källornas lämplighet för miljöövervakning". Källornas namn och läge redovisas i bilaga 1.

Akvifer	Generella egenskaper	Väg	Kust	Bebyggelse	Djurhållning	Åkermark	Industri	Ostörda
Berg	Små, djupa grundvattenmagasin med lång omsättningstid	Nt-2						
Morän	Små, ytliga grundvattenmagasin med kort omsättningstid				Ek-7			Ny-7 Sa-1
Berg/morän	Kombination av berg/morän			Tb-1			So-1	Ek-6
Isälvs-material	Stora grundvattenmagasin med lång omsättningstid	St-7	Ha-3		Sg-4		Bo-2	Va-2 Nk-1 St-11
Lertäckt akvifer	Artesiskt grundvatten	Sa-4	Ny-1 Ny-2 Ny-3			St-2		

Vattenkvalitet

Resultaten från de 19 analyserade proverna presenteras nedan. Källornas vattenkvalitet har även klassats enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för grundvatten (fig. 6-10). Klassningen innebär att vattenkvaliteten är högst i klass 1 och lägst i klass 5. I bilaga 2 redovisas samtliga analysresultat.

I tabell 6 redovisas analysresultaten som medianvärden samt som första och tredje kvartil.

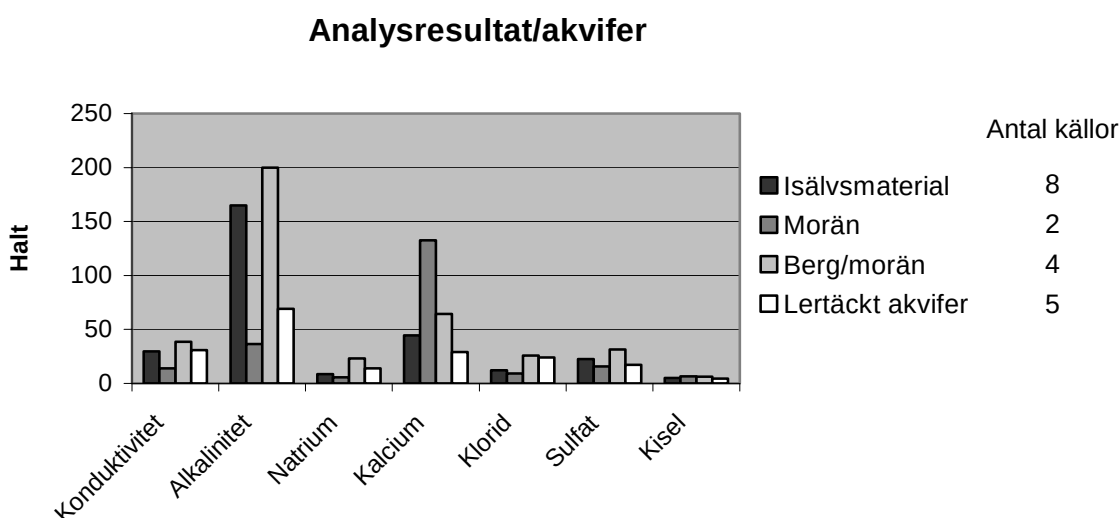
Tabell 6. Sammanställning av analysresultat från källinventeringen jämfört med medianvärden för grundvatten i hela landet.

Analys	Prov från källinventeringen 1)			Hela landet 2)
	1:a kvartil	Median	3:e kvartil	Median
Konduktivitet (mS/m)	21,1	30,80	38,70	16
pH	6,6	6,90	7,40	6,4
Alkalinitet mg (HCO ₃ /l)	40,5	85,0	180,0	32
Totalhårdhet (°dH)	4,1	6,1	13,6	
Ca (mg/l)	21,5	38,0	74,5	
Mg (mg/l)	3,3	5,3	8,3	
Na (mg/l)	6,0	11,0	18,5	
K (mg/l)	2,0	3,1	5,5	
Fe (mg/l)	0,05	0,17	0,70	0,04
Mn (mg/l)	0,003	0,01	0,08	
Al (mg/l)	0,014	0,04	0,23	
Cu (mg/l)	0,004	0,006	0,007	0,01
Si (mg/l)	4,7	6,0	6,9	
Zn (mg/l)	0,003	0,01	0,03	0,015
Cd (µg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	0,05
Pb (µg/l)	<1	<1	<1	0,5
TOC (mg/l)	2,0	3,10	7,05	
N (tot) (mg/l)	0,22	0,85	2,70	
Ammoniumkväve (mg/l)	0,033	0,05	0,06	
Nitratkväve (mg/l)	0,12	0,83	2,28	
Nitritkväve (mg/l)	0,005	0,006	0,008	
P tot (mg/l)	0,1	0,12	0,25	
Fosfatfosfor (mg/l)	0,007	0,008	0,06	
Fluorid (mg/l)	0,21	0,30	0,46	
Cl (mg/l)	5,85	20,10	29,95	10
Sulfat (mg/l)	15	17,90	45,60	16

1) 1:a kvartilen utgör gränsen för att 25 % av proverna har lägre halter än värdet och 3:e kvartilen utgör motsvarande gräns för 75 % av proverna.

2) Efter Aastrup m.fl. (1995.)

Förhållandet mellan några valda parametrar (konduktivitet, alkalinitet, natrium, kalcium, klorid, sulfat och kisel) och olika typer av akviferer presenteras i figur 5. Proverna från moränjordar har generellt lägre halter än övriga akviferer med undantag för ett högt medianvärde för kalcium. I övrigt skiljer sig de olika akvifererna inte så mycket förutom för alkalinitet och konduktivitet där prover från isälvsmaterial och berg/morän har högre värden. Det bör dock noteras att sammanställningen är baserad på ett relativt litet antal prover (19 st) varav åtta från isälvsmaterial, två från moränjordar, fyra från berg/morän och fem från lertäckta akviferer.



Figur 5. Medianvärden för ett antal analyserade parametrar fördelat på akvifer. Halterna anges i mg/l för alla värden utom för konduktivitet som anges i mS/m.

Alkalinitet och pH

Problem med försurning beror i södra Sverige på nedfall av sura svavel- och kväveföreningar och i norra delar av landet främst på skogsbruket. Den naturliga process som motverkar försurning av grundvatten är vittring av mineral vilket frigör vätekarbonatjoner som kan neutralisera syratillförseln (Naturvårdsverket, 1999).

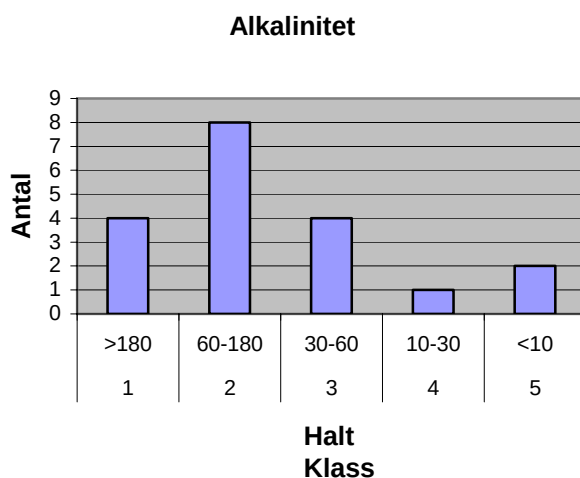
Då det sura nedfallet överstiger markvittringens kapacitet att oskadliggöra syra sjunker vattnets alkalinitet. Om detta fortgår sjunker även pH-värdet vilket leder till att vattnet blir surt och dess halter av aluminium och tungmetaller ökar. Surt vatten har även korroderande egenskaper vilket kan leda till att ytterligare metaller löses i vattnet om det tas upp i ledningsnät för till exempel dricksvattenförsörjning (Naturvårdsverket, 1999).

I Stockholms län är inte försurningen av grundvatten ett lika utbrett problem som till exempel i västra Sverige. Av tabell 6 framgår att medianvärdena för pH och alkalinitet ligger betydligt högre än medianvärdena för hela landet.

Av de provtagna källorna hamnar sju stycken i klass 3-5 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (fig. 6) vilket innebär att alkaliniteten är för låg för att ge acceptabla pH-nivåer i framtiden (klass 3) och idag (klass 4 och 5). Dock uppmättes inte något pH-värde under 6,4 vilket tyder på att försurning inte drabbat grundvattnet i någon av källorna.

När ytligt grundvatten möter atmosfären avgår koldioxid och pH-värdet stiger 1-2 enheter. pH mättes i fält där det var möjligt att samla upp vatten och även i laboratorium i de fall där prover togs. I samtliga prover varierar dock inte pH-värdena med mer än $\pm 0,89$ enheter mellan mätningar i fält och på laboratorium förutom i ett fall (Ny-3 Norrsten) där pH uppmätt i laboratorium är 1,26 enheter högre än värdet som uppmättes i fält.

Av de fyra källor (Va-2 Malmhagen, So-1 Mjölnarens källa, Ek-6 Dyvik och Bo-2 Göstas källa) som hamnar i klass 3 ligger endast en (Ek-6) i ett ostört inströmningsområde. Den källa som hamnar i klass 4 (Ny-7 Segersäng) ligger i en ostörd åsslutning och de två källorna i klass 5 (Ny-1 Fyrkällan och Ny-2 Norra Brunn) ligger båda på Landsort. Att låga värden på alkalinitet uppmätts på Landsort beror troligtvis på att det tunna jordtäcket på ön minskar motståndskraften mot försurning.



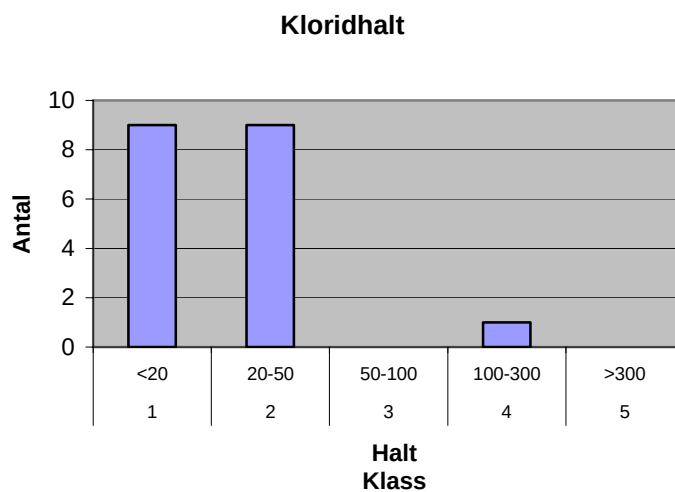
Figur 6. Fördelning av uppmätta värden på alkalinitet. Klass 1 och 2 innebär tillräcklig alkalinitet för att även i fortsättningen bibehålla acceptabel pH-nivå. Halterna är angivna i mg HCO_3/l . I tabellen nedan beskrivs de olika klasserna enligt Naturvårdsverket, 1999.

Klass	Benämning	Alkalinitet (mg/l) (mekv/l)		pH	Beskrivning
1	Mycket hög alkalinitet	> 180	> 3	> 6,5	Tillräcklig alkalinitet för att även i fortsättningen bibehålla acceptabel pH-nivå
2	Hög alkalinitet	60–180	1–3	> 6,0	
3	Måttlig alkalinitet	30–60	0,5–1,0	5,5–7,5	Otillräcklig alkalinitet för att i framtiden ge en stabil och acceptabel pH-nivå i område med kraftigt syranedfall
4	Låg alkalinitet	10–30	0,2–0,5	5,0–6,0	Otillräcklig alkalinitet för att ge stabil och acceptabel pH-nivå
5	Mycket låg alkalinitet	< 10	< 0,2	< 6,0	Alkaliniteten ger oacceptabel pH-nivå

Klorid

Grundvattnets kloridhalt är ofta låg. I områden som varit täckta av hav efter den senaste nedisningen kan grundvattnet vara påverkat av gammalt havsvatten, så kallat relikthavsvatten. Grundvattnet kan i kustnära områden även påverkas av nutida havsvatten. Detta förekommer i Stockholms län i kustnära områden med begränsad vattentillgång och/eller stora vattenuttag. Även i områden med sedimentär berggrund kan grundvattnets kloridhalter vara naturligt höga. Förhöjda kloridhalter kan medföra korrosion i ledningssystem och genom sin inverkan på smaken kan det också begränsa grundvattnets användbarhet som dricksvatten (Naturvårdsverket, 1999).

De uppmätta kloridhalternas variation redovisas i figur 7. Majoriteten av de uppmätta förhöjda salthalterna orsakas sannolikt av antropogen påverkan (t.ex. vägsalt, avlopp och deponier). Påverkan från relikthavsvatten anses inte troligt i anslutning till källor då inget uttag sker med hjälp av en pump vilket vanligtvis krävs för att få in saltvatten i systemet. I de källor med höga halter av klorid är även den elektriska konduktiviteten hög. I fem av källorna med höga halter av klorid överstiger värdet på elektrisk konduktivitet 50 mS/m vilket motsvarar klass tre enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.



Figur 7. Klassificering av kloridhalter samt beskrivning av klasserna enligt Naturvårdsverket, 1999. Analyserade värden angivna i mg/l. Tio av proverna innehöll måttlig halt av klorid och ett prov klassas som hög halt.

Klass	Benämning	Klorid (mg/l)	Beskrivning
1	Låg halt	< 20	
2	Måttlig halt	20–50	
3	Relativt hög halt	50–100	
4	Hög halt	100–300	Risk för korrosionsangrepp på ledningar
5	Mycket hög halt	> 300	Risk för smakförändringar

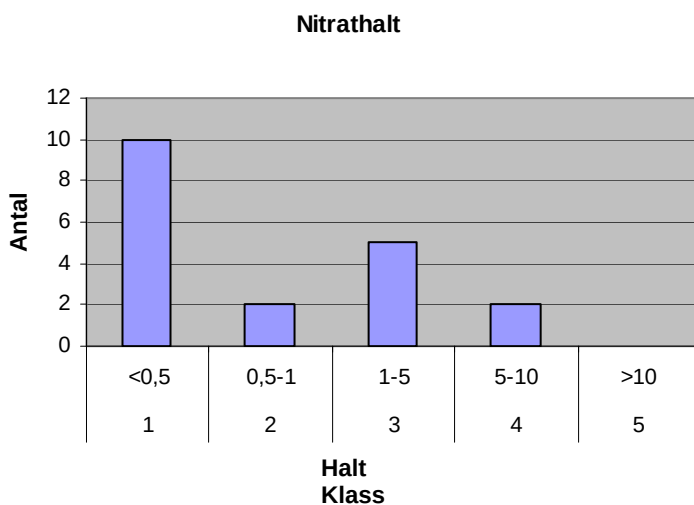
En källa avviker från övriga resultat genom kraftigt förhöjda halter av klorid. Det är en källa nära Gnesta, St-7. Den hamnar i klass 4, hög halt (148 mg/l). Detta innebär att det finns risk för korrosionsangrepp på ledningar. Källan är belägen mindre än tio meter från en kraftigt trafikerad väg. Den har även hög natriumhalt vilket är typiskt för påverkan från vägsalt.

Prov Nt-2 Gullungssjön har en hög kloridhalt (44,2 mg/l) och är troligen påverkad av vägsalt då källan ligger intill en trafikerad väg. Fyra källor, Ha-3 i Sandemar, Norrsten (Ny-1), Norra brunn (Ny-2) och Fyrkällan (Ny-3) på Landsort, samtliga belägna mindre än 200 meter från kusten, visade måttliga halter av klorid (35,9, 20,1, 40,5 respektive 23,9 mg/l). En av dessa (Ha-3) hade även förhöjd halt av sulfat vilket är vanligt vid påverkan från havsvatten. Något förhöjda halter i dessa kustnära källor kan ha orsakats av att saltbemängd luft från havet påverkat det nedträngande ytvattnet.

Kväve

Förhöjda halter av kväve i grundvatten registreras vanligen i form av förhöjda nitrathalter. Om syrehalten är låg kan kväve även förekomma som nitrit och ammonium. Nitrathalterna i grundvatten är vanligen mycket låga till följd av markens denitrifierande förmåga samt att merparten av det kväve som når marken tas upp av växtligheten innan den hinner tränga ner i grundvattnet. Höga kvävehalter i grundvattnet beror ofta på inverkan från mänsklig verksamhet som till exempel läckage från gödslingsupplag, djurhållning, kvävegödsling på jordbruksmark och avloppsvatten. En sådan påverkan resulterar ofta i att vattnet blir otjänligt som dricksvatten.

Källornas fördelning med avseende på kvävehalter redovisas i figur 8. De två källor som hamnar i klass 4 (hög halt) är Fyrkällan, Ny-3 på södra Landsort och Nt-2 Gullungssjön. Dessa källor är båda belägna i närheten av aktiv eller före detta djurhantering. Källan Ny-3 ligger i en dalgång vilken använts som betesmark och Nt-2 ligger nedströms en gård med djur och hagar. Av de fem källor som hamnar i klass 3 (måttlig halt) ligger en källa (Sg-4 Åshusby) omgiven av ett stort område som utgörs av hagar och betesmark. Två källor (So-1 Mjölharens källa och Tb-1 Johanneskällan) ligger nedströms bebyggelse och två på Landsort (Ny-1, 2) nära bebyggelse på öns södra del.



Figur 8. Diagrammet visar antalet källor fördelade på olika tillståndsklasser för nitrat. I tabellen beskrivs de olika klasserna enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Förhöjda halter av nitrat förekommer i sju av de provtagna källorna. Halterna angivna i mg/l.

Klass	Benämning	NO ₃ -N (mg/l)	Beskrivning
1	Mycket låg halt	< 0,5	Vanlig halt i skogsmark Ej ovanlig halt i jordbruksbygd
2	Låg halt	0,5–1	
3	Måttlig halt	1–5	
4	Hög halt	5–10	
5	Mycket hög halt	> 10	

Redoxpotential

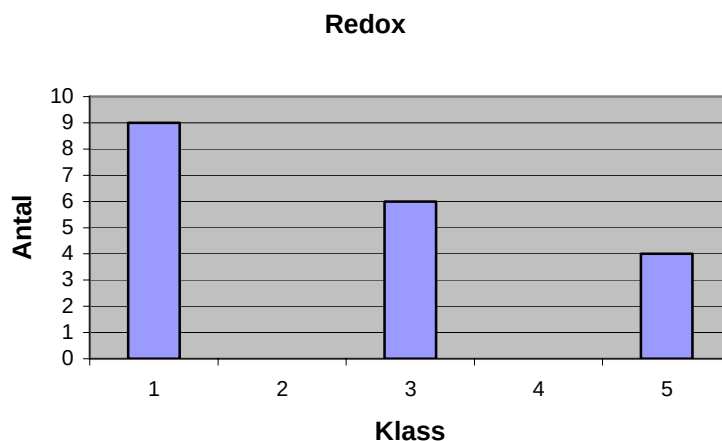
Grundvattnets redoxförhållande inverkar på många ämnens löslighet och halter i vattnet. Det kan därigenom påverka grundvattnets användbarhet som dricksvatten. Kemiska reaktioner där elektroner avges och tas upp benämns redoxreaktioner och potentialen för dessa reaktioner kan avgöras av förhållandet mellan halter av fraktioner av järn, mangan och sulfat. Hög redoxpotential förekommer i syresatta (aeroba) vatten, ofta av god kvalitet, medan syrefattiga (anaeroba) vatten ofta har låg redoxpotential. Anaerobt vatten som syresätts leder till att partiklar av järn och mangan fälls ut. Sådant vatten beskrivs i redoxsammanhang som blandvatten och är ofta förenat med problem med bakterier och svavellukt. I källor förekommer ofta utfällningar av järn och mangan då det utströmmande, syrefattiga grundvattnet möter atmosfären och syresätts.

Mänsklig aktivitet som till exempel alltför stora grundvattenuttag och dränering påverkar förhållanden i grundvattnet vilket ofta kan registreras som förändringar i redoxförhållanden. Särskilt i torvmarker eller andra jordar med högt innehåll av organiskt material kan sådana ingrepp minska vattnets redoxpotential. Redoxförhållandena kan även påverkas av att organiskt material tillförs grundvattnet via läckande avloppsanläggningar, från stallgödsblad mark eller från kalhyggen. I miljöövervakningssammanhang är det därför viktigt att ha regelbundna provtagningar som pågår under längre tid för att kunna identifiera sådana förändringar (Naturvårdsverket, 1999).

I figur 9 redovisas källornas fördelning med avseende på redoxstillstånd. Nio av de provtagna källorna hamnar i klass 1 vilket innebär att vattnet ur denna aspekt är av god kvalitet. Av dessa ligger Nk-1 Drottningkällan och Ek-6 vid Dyviksudde i ostörda inströmningsområden. Övriga källor i klass 1 (Ny-1 och 2 på Landsort, Tb-1 Johanneskällan, So-1 Mjölnarens källa, Sg-4 Åshusby, Sa-4 St Botvids källa och Ha-3 Sandemar) ligger i områden i anslutning till bebyggelse, vägar, djurhantering eller vid kusten.

Sex källor hamnar i klass 3 (låg redoxpotential/anaeroba vatten). Dessa källor har höga järnhalter. Av källorna i klass 3 ligger Va-2 Malmhagen, St-11 vid Sörsjön och Ny-7 Segersäng i ostörda inströmningsområden. Av övriga källor i klass tre ligger St-7 nära Gnesta intill en större väg, Nt-2 Gullungssjön nedströms en större väg samt bondgård och Ek-7 Rasta i anslutning till djurskötsel.

Klass 5 definieras som blandvatten som ofta leder till stora tekniska problem. Av de fyra källorna i klass 5 är en opåverkad (Sa-1 Vitsand) och tre ligger i anslutning till åkermark, djurhållning och industri (St-2 Svartkällan, Ny-3 på Landsort och Bo-2 Göstas källa).



Figur 9. Fördelning av källorna med avseende på redoxstillstånd enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder samt beskrivning av de olika klasserna. Klassificeringen grundar sig på halterna av järn, mangan och sulfat. I tabellen beskrivs de olika klasserna enligt Naturvårdsverket, 1999.

Klass	Benämning	Järn (mg/l)	Mangan (mg/l)	Sulfat (mg/l)		Beskrivning
				S Sv. ¹	M/N Sv. ²	
1	Hög redoxpotential/ aeroba vatten	< 0,1	< 0,05	> 5	> 2	Oftast utmärkta grundvatten som normalt kan distribueras utan behandling. God luftning bryter snabbt ned måttliga mängder organiska föroreningar.
2	Måttligt hög redoxpotential/ aeroba vatten	< 0,1	> 0,05	> 5	> 2	Ibland kan det vara nödvändigt att lufta och filtrera bort mangan.
3	Låg redoxpotential/ anaeroba vatten	> 0,1	> 0,05	> 5	> 2	Vattnet kan komma från stort djup eller länge ha påverkats av reducerande järnhaltiga mineral. Det kräver alltid behandling för hög järnhalt. Vårt vanligaste kvalitetsproblem i Sverige.
4	Mycket låg redoxpotential/ anaeroba vatten	> 0,1	> 0,05	< 5	< 2	Mycket besvärligt grundvatten att behandla. Ofta förenat med svavelvätelukt, metan etc. ska helst undvikas.
5	Blandvatten typ 1	< 0,1	Alla värden	< 5	< 2	Vatten som leder till stora tekniska besvär. Ofta förenat med järnutfällningar, igen-sättning, lukt och problem med bakterier.
	Blandvatten typ 2	> 0,1	< 0,05	Alla värden	Alla värden	

¹ Södra Sverige. Region A-F enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för grundvatten.

² Mellersta och norra Sverige. Region G-I enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för grundvatten.

Metaller

Naturligt höga halter av metallerna bly, zink och kadmium i grundvatten kan påträffas i anslutning till berggrund som är rik på sulfidmineral (t.ex. i Bergslagen) eller i skiffer och sandsten. Vanligast är annars att metallerna naturligt förekommer i små mängder. Förhöjda halter är ofta orsakade av mänsklig (antropogen) påverkan. Exempel på sådan påverkan är upplag av galvaniserat material (zink), smältverk, skjutbanor och upplag av batterier (bly och kadmium). Förorenad fosfatgödsel har medfört höga kadmiumhalter i många åkerjordar. Arsenik och zink kan i många fall härledas från rötskyddsmedel för trä. Halten av metaller kan även öka om grundvattentytan sänks, till exempel genom vattenuttag. Metallerna som sitter bundna i sulfidmineral i berggrunden frigörs då syre tillförs och mineralen oxideras. Även vattnets pH-värde kan vara avgörande för metallhalter och vid låga pH-värden stiger lösligheten för kadmium och zink. Även för bly som normalt är mycket starkt bundet till humus och lermineral ökar lösligheten vid låga pH-värden (Naturvårdsverket, 1999).

Metallerna förekommer ofta tillsammans och bland annat är det vanligt att kadmium uppträder tillsammans med zink. Zink är ett livsviktigt ämne för många organismer och människan tål höga halter. Om förhöjda halter av zink påträffas är dock risken stor att även kadmiumhalten är högre än normalt vilket kan innebära problem då kadmium är skadligt redan vid låga halter. Även bly är toxiskt vid låga halter och kan bland annat ge upphov till skador på foster då gravida kvinnor utsätts för halter över gränsen för hälsovärdet, $> 1 \mu\text{g/l}$ (Naturvårdsverket, 1999).

Bedömning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder baserar sig på grundvattnets halter av kadmium, bly och zink.

Som framgår av figur 10 hamnar merparten av källorna inom klass 1 (mycket låg halt) för de tre metallerna. Sjuttiosju procent av proverna har halter under detektionsgränsen vilken ligger inom klass 2 för bly och kadmium varför det inte går att avgöra om dessa faller inom klass 1 eller 2.

Endast tre källor utmärker sig ifråga om metallhalter varav två kommer från källor på Landsort.

Kadmium

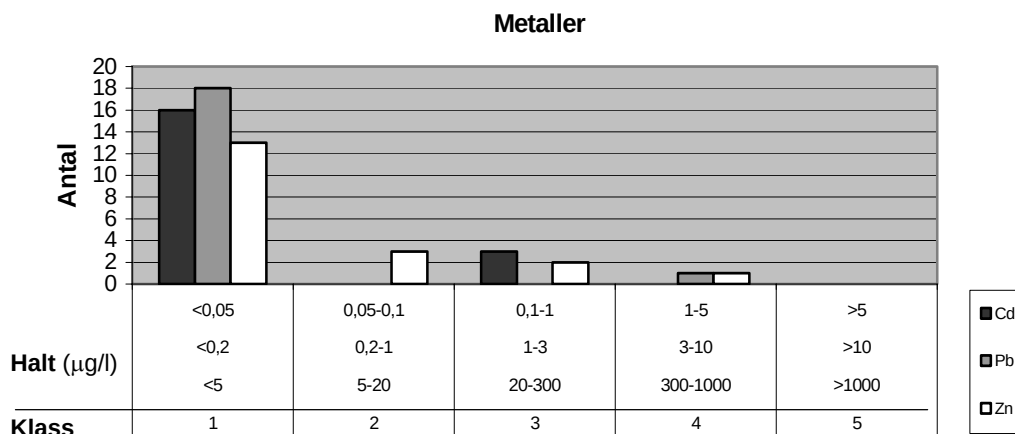
I prov Ny-1 och Ny-2 på Landsort var kadmiumhalterna så höga att de hamnar i klass 3. Det gör också Göstas källa, Bo-2. Gränsvärdet för att vattnet ska betecknas som otjänligt med avseende på kadmium ligger dock i klass 4, höga halter, det vill säga halter $> 1 \mu\text{g/l}$.

Bly

Landsortskällan Ny-1 hade även förhöjda halter av bly ($5,0 \mu\text{g/l}$) och hamnar i klass 4. Gränsvärdet för att blyhalten ska göra vattnet otjänligt är $10 \mu\text{g/l}$.

Zink

Av de båda källorna på Landsort hade Ny-2 en zinkhalt på 540 µg/l (klass 4) och Ny-1 170 µg/l (klass 3). Övriga källor som hamnade i zinkklass 2 och 3, Sg-4 Åshusby, Sa-1 Vitsand, Va-2 Malmhagen och St-2 Svartkällan, hade inte några förhöjda halter av andra metaller. Vid zinkhalter över 700 µg/l kan en lokal föroreningskälla misstänkas. Halter över 300 µg/l påverkar överlevnaden hos vattenlevande organismer redan vid kort exponering.



Figur 10. Källornas fördelning på klasser enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder med avseende på bly, kadmium och zink. Resultaten visar att dessa metaller generellt förekommer i små mängder. Halterna är angivna i µg/l.

Klass	Benämning	Kadmium (µg/l)	Zink (µg/l)	Bly (µg/l)
1	Mycket låg halt	< 0,05	< 5	< 0,2
2	Låg halt	0,05–0,1	5–20	0,2–1
3	Måttlig halt	0,1–1	20–300	1–3
4	Hög halt	1–5	300–1000	3–10
5	Mycket hög halt	> 5	> 1000	> 10

Beskrivning	Kadmium (µg/l)	Zink (µg/l)	Bly (µg/l)
Tekniskt grundad anmärkning: <i>Överlevnaden hos vattenlevande organismer påverkas redan vid kort exponering.</i>		> 300	
Tekniskt och estetiskt grundad anmärkning: <i>Risk för smakförändringar och grumlighet.</i>		> 1 000	
Hälsogränsvärde: <i>Tjänligt med anmärkning.</i>	> 1		
Hälsogränsvärde: <i>Otjänligt.</i>	> 5		> 10

Källornas lämplighet för miljöövervakning

En rad faktorer är avgörande för huruvida en källa är lämplig att ingå i ett miljöövervakningsprogram. Av de 19 provtagna källorna uppfyller de flesta (18 st) de krav som kan ställas för att källan ska kunna anses som lämplig för övervakning. De faktorer som bland annat tagits hänsyn till för att bedöma källornas lämplighet är följande:

- Källans flöde
- Källans utformning
- Typ av akvifer
- Störningar i inströmningsområdet
- Tillgänglighet

Ett relativt konstant källflöde är viktigt då provtagning kan ske under olika årstider och vid perioder då grundvattennivåerna är både låga och höga. Ett stort flöde ökar sannolikheten för att källan ska flöda även i framtiden och minskar risken för påverkan från ytvatten. Inventeringen utfördes huvudsakligen vintertid under ett år med låga grundvattennivåer varför de källor som flödade vid besöket troligtvis kommer att flöda i framtiden.

Källorna är ofta förstärkta genom stensättning eller med en betongring. Detta kan vara fördelaktigt då grundvattnet samlas upp och rinner ut från en punkt. Om utflödet koncentreras blir det betydligt lättare att provta källan än om vattnet sipprar ut på markytan över ett större område. En förstärkning och uppsamling av källflödet kan även motverka att grundvattnet blandas med ytvatten. En nackdel med olika konstruktioner runt källan kan dock vara att dessa kan kontaminera grundvattnet. För naturliga källor är det viktigt att grundvattnet kan provtas utan inblandning av ytvatten. Denna risk kan minimeras främst genom att välja källor med stora flöden men även fokusera på punktkällor framför källhorisonter eller källsjöar.

Vilken typ av akvifer som källan dränerar är väsentligt för grundvattnets omsättning (tabell 5) och kan vara avgörande för typ av miljöövervakning. Två metoder för miljöövervakning av grundvatten förekommer:

- extensiv övervakning (låg provtagningsfrekvens i ett stort antal källor för att få en god areell fördelning).
- intensiv övervakning (hög provtagningsfrekvens i ett fåtal källor för att kunna mäta tidsmässiga förändringar).

För ett extensivt program kan de större källorna i isälvsmaterial vara lämpliga då de har stora inströmningsområden och reagerar på mer långsiktiga förändringar i grundvattnets kvalitet. För ett intensivt program kan det vara lämpligare att fokusera på källor i morän då dessa har kortare omsättningstid och snabbare svarar på förändringar av grundvattnet.

Källornas inströmningsområden är ofta små (utom för källor i grusåsar) och de störningar som förekommer kan vanligtvis identifieras. I denna undersökning var fokus på de olika typer av påverkan som är vanliga i Stockholms län och som passar bra att övervaka genom källor. De olika typerna av påverkan som ansågs viktigast var: vägsalt, jordbruk och djurhållning, bebyggelse och industrier samt påverkan från havet (kust).

De provtagna källorna är lättåtkomliga och kan enkelt återfinnas även om man inte besökt dem tidigare vilket är viktigt för att övervakningsprogrammet ska kunna fungera i framtiden.

Beskrivning av provtagna källor

Nedan följer en beskrivning av de provtagna källorna samt fotografier på dessa. Mer detaljerad information om källorna redovisas i bilaga 1. Utöver de provtagna källorna finns ytterligare ett antal källor som kan vara lämpliga för miljöövervakning. Fem sådana källor finns markerade som ”lämpliga” under rubriken Provtagning i bilaga 1.

Johanneskällan (Tb-1), Täby kommun

Johanneskällan är en trefaldighetskälla som är dokumenterad tillbaks till 1700-talet. Källan mynnar cirka 50 meter från närmaste bebyggelse och nedströms ett stort bostadsområde (Gribbylund). I området runt källan finns även ny bebyggelse. Källan är förstärkt med en betongring och ett rör som leder ut vattnet genom ett borrarat hål i en sten. Källan dränerar en akvifer av berg och morän och hade vid tidpunkten för besöket ett konstant, om än svagt, flöde.

Analysresultaten visar förhöjda halter av klorid och nitratkväve vilket tillsammans med närheten till bebyggelse, dess lättillgängliga läge och historia gör Johanneskällan lämplig att ingå i ett miljöövervakningsprogram.

Källa vid Malmhagen (Va-2), Vallentuna kommun

Vid besöket stod vattennivån under markytan och inget vatten flödade i bäckfåran. Källan mynnar i en ostörd sluttning av isälvsmaterial och till följd av det osäkra flödet bedöms inte källan som lämplig för miljöövervakning.

Svartkällan (St-2), Södertälje kommun

Svartkällan bildar ett cirka 5 x 5 meter stort utflödesområde med riklig vegetation mitt i en stor åker. Svartkällan är en av de största källorna som besöktes under inventeringen och enligt sägnen har en oxe gått ned sig och drunknat här. Flera källsprång tränger upp genom leran och vattnet rinner av i en cirka en meter bred källbäck. Kraftiga järnutfällningar förekommer. Källans pålitliga flöde och lokalisering mitt i ett stort jordbruksområde gör den lämplig för miljöövervakning i jordbruklandskap. Den vattenkemiska undersökningen visar inte på förhöjda halter av nitrat eller klorid.

Källa nära Gnesta (St-7), Södertälje kommun

Källan mynnar i en isälvsavlagring och är försedd med en kraftig betong-överbyggnad och ett rör ur vilket ett konstant vattenflöde strömmar. Källan är belägen fem meter från den relativt kraftigt trafikerade väg 57 som löper mellan Järna och Gnesta i Södertälje kommun. Analysresultaten visar påtagligt förhöjda halter av klorid (148 mg/l) och magnesium (19 mg/l). Källans läge, utformning och saltpåverkan gör den lämplig för övervakning av bland annat påverkan från vägsalt.

Drottningkällan (Nk-1), Nykvarns kommun

Drottningkällan vid Taxinge gods i Nykvarns kommun mynnar i en isälvsavlagring i ostörd parkmiljö. Källan har ett kraftigt flöde med utfällningar av järn och mangan och är känd sedan 1500-talet. Dess opåverkade miljö, kraftiga flöde och historia gör den lämplig att ingå i miljöövervakning som en referenskälla för isälvsavlagringar i ostörda områden.

Källa vid södra Sörsjön (St-11), Södertälje kommun

Denna källa med stort flöde påminner mycket om föregående källa men uppvisar lägre halter av mangan, järn och klorid. Analysresultaten visar på ett opåverkat grundvatten vilket gör källan lämplig för samma typ av miljöövervakning som Drottningkällan. Källan dränerar en isälvsavlagring i Södertälje kommun och mynnar ett tiotal meter uppströms Sörsjön.

Mjölnarens källa (So-1), Sollentuna kommun

Källan är förstärkt med en cementinfattning och vattnet som flödar konstant leds ut genom ett rör. Källan är belägen i en berg/moränsluttning cirka 50 meter nedströms ett sågverk och bostadsområde i Sollentuna kommun. Analysresultaten visar på förhöjda halter av klorid och nitrat vilket gör källan lämplig för övervakning av effekterna från bebyggelse och lätt industri. Källan mynnar åt norr och är en trefaldighetskälla med dokumenterad historia.

Källa i Åshusby (Sg-4), Sigtuna kommun

Källan som mynnar i en hage nedströms ett antal stallbyggnader har på senare år minskat kraftigt i flöde. En brunn har därför grävts ett tiotal meter

från källsprånget. Källan sipprar svagt och provet togs i brunnen. Trots det svaga flödet kan källan vara intressant för miljöövervakning då djur som får och hästar vistas året runt i hagarna runt källan och analysresultaten visar förhöjda halter av nitrat och klorid. Påverkan av grundvattnet kan även tänkas ske från den gård och stallar som finns ett hundratal meter uppströms källan.

St Botvids källa (Sa-4), Salems kommun

St Botvids källa i Salems kommun tränger upp genom lera ett hundratal meter från Bornsjöns strand och befinner sig således inom Bornsjöns vattenskyddsområde. Ett hundratal meter uppströms källan löper den kraftigt trafikerade E4:an. Den kraftigt flödande källan anses lämplig för miljöövervakning då den befinner sig i ett vattenskyddsområde och nära en kraftigt trafikerad motorväg.

Vitsand (Sa-1), Salems kommun

Källan mynnar i en stor moränslänt som nyligen avverkats. Den är försedd med en träöverbyggnad och har ett konstant flöde. Analysresultaten visar på ett relativt ostört grundvatten och gör att källan kan användas för miljöövervakning i skogsmark.

Källa i Segersång (Ny-7), Nynäshamns kommun

Källa i ostörd moränslutning med svagt flöde. Källan är intressant då analysresultaten visar den högsta halten av kalium för alla provtagna källor (39 mg/l). Högre halter av kalium är inte någon dokumenterad miljöfara men då den höga halten kan ha orsakats av vittringsprocesser är källan intressant för att övervaka skoglig miljö.

Källorna på Landsort (Ny-1, Ny-2 och Ny-3), Nynäshamns kommun

Av de tre dokumenterade källorna (Norrsten, Norra Brunn och Fyrkällan) var det endast Norrsten (Ny-3) som var naturlig och vattenförande. I de övriga två stod vattennivån cirka en meter under markytan. Källorna är stensatta. Samtliga källor är belägna i lerfyllda sprickdalar i det bergiga landskapet och alla tre har förhöjda halter av klorid vilket troligtvis härstammar från vindtransporterat havssalt som sedan infiltrerat i grundvattnet. Norra Brunn och Fyrkällan har även förhöjda halter av kadmium och bly och då Landsort tidigare använts för en militäranläggning kan källorna vara intressanta för miljöövervakning ur denna aspekt.

Källa vid Gullungssjön (Nt-2), Norrtälje kommun

Denna källa springer fram under en bergklack i en moränslänt. Ett tjugotal meter uppströms källan löper den gamla Stockholmsvägen mellan Norrtälje och Stockholm vilken fortfarande är relativt trafikerad. Källan mynnar i anslutning till en gård med hagar och analysresultaten visar förhöjda halter av både klorid och nitrat. Detta läge nära en trafikerad väg och en gård med djur gör att källan är lämplig för miljöövervakning.

Källa vid Sandemar (Ha-3), Haninge kommun

Källan vid Sandemar är belägen i anslutning till en isälvsavlagring och ger upphov till en cirka 100 x 100 meter stor källsjö. Källan är belägen endast ett trettiotal meter från havet. Förhöjda halter av natrium, kalium och klorid kan orsakas av såväl uppblåst havssalt som vägsalt från väg 227 som löper till Dalarö cirka 700 meter uppströms källan. Källan kan vara intressant för miljöövervakning. En nackdel med källan är dock att den inte kan provtas under de årstider då källsjön är ofrusen och det utströmmande grundvattnet inte går att skilja från vattnet i sjön.

Dyviks källa (Ek-6), Ekerö kommun

Dyviks källa mynnar i slänten till en höjd av berg och morän. Vattnet i källan flödar året runt och är opåverkat av störningar. Källan är väl definierad av en betongring vilket gör den lätt att provta och lämplig för övervakning av en ostörd berg/moränkälla i skogsmark

Rasta källa (Ek-7), Ekerö kommun

Rasta källa mynnar i en stor moränsluttning. Källan som används av boende i området, är förstärkt med en cementring vilken gör provtagning enkel. I inströmningsområdet förekommer ofta aktiviteter med hundar och hästar. Periodvis har höga bakteriehalter uppmätts. Källan flödar året runt och periodvis rikligt. Rasta källa kan vara intressant för miljöövervakning då den nyttjas av människor och periodvis är förorenad.

Göstas källa (Bo-2), Botkyrka kommun

Göstas källa mynnar i en sluttning av isälvsmaterial i anslutning till ett industriområde. Källan flödar året runt men ger inte upphov till någon vattenansamling utan sipprar endast ut ur jorden. Trots att källan är dåligt definierad lämpar den sig för miljöövervakning då analysresultaten visar förhöjda halter av nitrat, kadmium, aluminium, mangan och järn vilket eventuellt kan relateras till det uppströms, närliggande industriområdet.

Källor som inte provtagits i denna inventering men som kan vara lämpliga för miljöövervakning

Utöver de provtagna källorna finns även andra källor som skulle kunna vara lämpliga att ingå i ett regionalt övervakningsprogram för grundvatten. Två av dessa är belägna i anslutning till kommunala vattentäkter. Dessa provtas regelbundet genom vattenverkens försorg och har därför inte provtagits i denna undersökning. Vattenanalyser finns dock redovisade i bilaga 4 (UV-1, Hammarby källa och Ny-9, Gorran). Sandakällan (Na-2) provtas årligen av miljökontoret i Nacka kommun då den är populär bland allmänheten som ett alternativt dricksvatten.

Hammarby källa (Uv-1), Upplands Väsby kommun

Kraftigt flödande (10-30 l/s) källa i anslutning till kommunal reservvattentäkt. Källan är belägen i en isälvsavlagring nedströms E4:an. Vägsalt tillsammans med ett saltupplag har tidigare lett till höga kloridhalter i grundvattnet. Åtgärder för att minska saltpåverkan har vidtagits och kloridhalten understiger nu (2004) 100 mg/l.

Källan kan vara lämplig för miljöövervakning då den har ett konstant flöde och är belägen intill en hårt trafikerad väg.

NNO Häggenäs (St-8), Södertälje kommun

Källan är kontinuerligt flödande (0,5-3 l/s), belägen i blandskog nedströms åkermark. Den är lätt att provta då vattnet strömmar ut genom ett plaströr.

Gorran (Ny-9), Nynäshamns kommun

Gorran är en kraftigt flödande källa (40 l/s) i en isälvsavlagring. Källan är belägen intill en kommunal vattentäkt och är en av länets mer kända källor. Vattenkvaliteten är utmärkt, se analysprotokoll, bilaga 3.

Sandakällan (Na-2), Nacka kommun

Kraftigt flödande (5-10 l/s) i en ostörd sluttning av isälvsmaterial. Den är lätt att provta då vattnet strömmar ut genom ett plaströr. Tidigare provtagningar visar att vattnet har ett pH-värde under 7 och alkalinitet mellan 25-30 mg/l, se analysprotokoll, bilaga 3.

Skräddartorpskällan, Tullgarns naturvårdsområde, Södertälje kommun

Källan utgörs enligt uppgift av två kontinuerligt flödande artesiska källor belägna i ett våtmarksområde som ingår i ett naturreservat och Natura 2000-område (ett område skyddat enligt EU-regler). Källsprången tränger upp genom ett lerlager i en ostörd miljö. Källan kan vara lämplig för miljöövervakning bland annat för kontroll av att de skydd som finns för området följs.

Fortsatt arbete

Av inventeringen framgår att det finns ett antal källor som är lämpliga för övervakning av grundvatten. I det fortsatta miljöövervakningsarbetet bör dock ovan beskrivna källor undersökas ytterligare. För varje källa som avses ingå i ett regionalt miljöövervakningsprogram bör respektive tillrinningsområde fastställas. Grundvattnets uppehållstid bör också bestämmas och markanvändningen karteras. De störningar av grundvattnet som förekommer inom tillrinningsområdena bör undersökas noggrannare med avseende på utsläpp och påverkan av miljön.

Den slutliga utformningen av ett övervakningsprogram för grundvatten kan först göras när övriga delprogram (underlag) färdigställts. Samtidigt med

denna rapport redovisas delprogrammet Salt grundvatten i Stockholms läns kust- och skärgårdsområden – Metodik för miljöövervakning och undersökningsresultat 2003 (Länsstyrelsen i Stockholms län 2004:26). Under 2005 planeras delprogrammen Regional brunnsinventering och Sammanställning av data från kommunala grundvattentäkter redovisas. När samtliga delprogram är färdiga kan ett komplett övervakningsprogram för grundvatten i Stockholms län utformas och ta sin början.

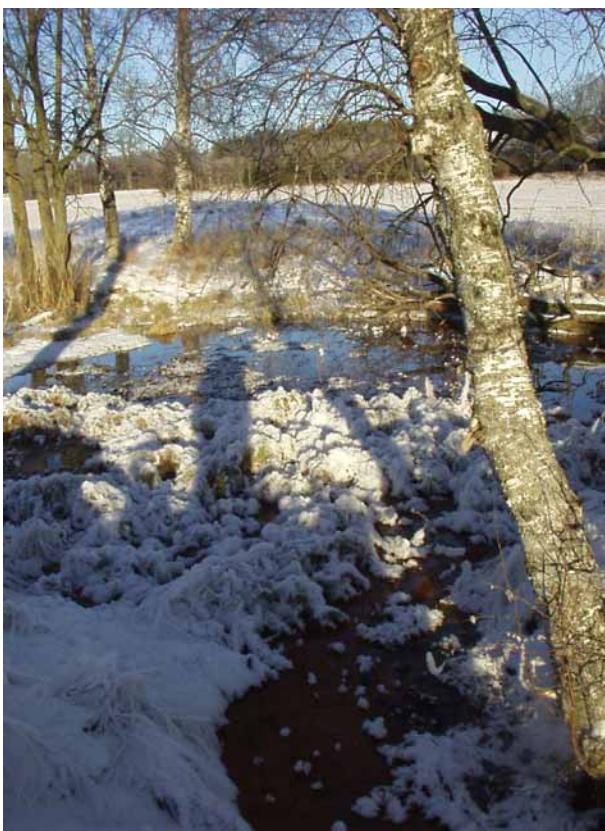
Fotografier på provtagna källor



Johanesskällan (Tb-1)



Källa vid Malmhagen (Va-2)



Svartkällan (St-2)



Källa nära Gnesta (St-7)

Foto: Daniel Boman



Drottningkällan (Nk-1)



Källa vid södra Sörsjön (St-11)



Källa i Åshusby (Sg-4)



St Botvids källa (Sa-4)

Foto: Daniel Boman



Källa i Segersäng (Ny-7)



Fyrkällan (Ny-1)



Norra Brunn (Ny-2)



Norrsten (Ny-3)

Foto: Daniel Boman



Källa vid Gullungssjön (Nt-2)



Källa vid Sandemar (Ha-3)



Dyviks källa (Ek-6)



Rasta källa (Ek-7)

Foto: Daniel Boman



Göstas källa (Bo-2)

Foto: Daniel Boman



Vitsand (Sa-1)

Foto: Maj-Britt Rehnström

Referenser

Aastrup, M., 1995: Grundvattnets kemi i Sverige. Naturvårdsverket och SGU, Naturvårdsverkets rapport 4415, Solna.

Botkyrka kommun, 1994: Källor i Botkyrka, en inventering av naturliga kallkällor i Botkyrka kommun vintern 1994. Miljöförvaltningen, Botkyrka.

Hultstrand, P., 2003: Inventering av källor i Upplands Väsby kommun. Examensarbete i miljöskydd och hälsoskydd, Institutionen för naturgeografi och Kvartärgeologi, Stockholms universitet, Stockholm.

Knutsson, G. och Morfeldt, C.-O., 2002: Grundvatten teori & tillämpning. AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Landin, M. och Öberg, B., 1998: Landsort - Husen och människorna en kulturhistorisk inventering. AB Grafisk Press.

Lång, L.-O., 1997: Extensiv övervakning av försurningskänsligt grundvatten i Älvsborgs län. Länsstyrelsen i Älvsborgs län, Miljö och Planenheten, rapport 1997:10, Vänersborg.

Länsstyrelsen i Kronobergs län, 1995: Miljöövervakning av grundvatten - programförslag. Miljövårdsenheten, Växjö.

Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003: Regionalt Miljöövervakningsprogram för Stockholms län 2002-2006, Rapport 2003:25, Stockholm.

Naturvårdsverket, 1999: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet grundvatten. Rapport 4915, Solna.

Naturvårdsverket, Handbok för miljöövervakning, www.naturvardsverket.se

Samuelsson, M., 1983: Ytligt grundvatten - kemi och omsättning, en studie av källor i skogsmark. Kungliga Tekniska Högskolan, Institutionen för kulturteknik, examensarbete, Stockholm.

Sigtuna kommun, 1992: Källor. Miljö och hälsoskyddskontoret, Sigtuna.

Bilagor

1. Fältanteckningar

2. Analysresultat

3. Analysresultat från andra undersökningar – Gorran, Hammarby och Sandakällan

De ID nummer som används i bilaga 1 och 2 är samma som de i figur 2 och anger i vilken kommun källorna är belägna enligt följande förteckning:

Bo	-	Botkyrka
Ek	-	Ekerö
Ha	-	Haninge
Hu	-	Huddinge
Jf	-	Järfälla
Na	-	Nacka
Nk	-	Nykvarn
Nt	-	Norrtälje
Ny	-	Nynäshamn
Sa	-	Salem
Sg	-	Sigtuna
Sl	-	Solna
So	-	Sollentuna
St	-	Södertälje
Tb	-	Täby
Ty	-	Tyresö
Ub	-	Upplands-Bro
Uv	-	Upplands Väsby
Va	-	Vallentuna
Vm	-	Värmdö
Ös	-	Österåker

Bilaga 1

Fältanteckningar

ID	NAMN	X	Y	BESÖKT	PROV-TAGNING	T (°C)	pH	FLÖDE (l/s)	AKVIFER
Ös-1	Lillträsket	6597408	1638683	2002-11-26		6,8	7,65	<0,5	Vattenförande lager under lera
Vm-1	Brunn	6575997	1650031	2002-12-13				<0,5	Isälvsmaterial
Va-2	Malmhagen	6611251	1628939	2002-12-17	Ja	4,6	6,90	Inget flöde	Isälvsmaterial
Va-1	Käckens	6612134	1628336	2002-12-17		1,4	7,13	Inget flöde	Isälvsmaterial
Uv-1	Hammarby källa	6604025	1619701	2002-12-11	Lämplig	7,2	7,11	10-30	Isälvsmaterial
Ub-2	Lindomsnäs	6598445	1600008	2002-12-17		6,3	7,63	<0,5	Isälvsmaterial
Ub-1	Nyborg	6613687	1597846	2002-12-17				Inget flöde	Vattenförande lager under lera
Tb-2	Kattkällan	6595992	1629536	2002-12-12				Inget flöde	Morän
Tb-1	Johanneskällan	6596064	1630081	2002-12-12	Ja	7,4	7,32	<0,5	Berg/morän
St-1	Saltsjön	6563531	1604298	2003-01-07		1,3	6,81	<0,5	Isälvsmaterial
St-2	Svartkällan	6540856	1605858	2003-01-08	Ja	3,2	6,85	15-20	Vattenförande lager under lera
St-3	Viksberg	6570682	1603518	2002-12-12				Inget flöde	Vattenförande lager under lera
St-4	Ågersta	6554442	1596001	2003-01-10				Is	Vattenförande lager under lera
St-5	Backa	6555789	1595471	2003-01-08				<0,5	Morän
St-7	Gnesta	6546980	1588906	2003-01-10	Ja	5,6	7,25	<0,5	Isälvsmaterial
St-8	NNO Häggenäs	6540205	1602920	2003-01-08	Lämplig	2,8	6,80	0,5-3	Organiskt material
St-9	Hedvigslund	6548025	1590987	2003-01-10				<0,5	Isälvsmaterial
St-10	N Hölö	6546866	1599945	2003-01-08				Is	Berg
St-11	S Sörsjön	6540974	1601295	2003-01-08	Ja	4,0	7,51	0,5-3	Isälvsmaterial
Nk-1	Drottningkällan	6569476	1585561	2003-01-07	Ja	5,5	6,68	5-10	Isälvsmaterial
Sl-1	Haga	6584500	1626900	2002-11-06		6,5	7,05	<0,5	Isälvsmaterial
So-1	Mjölharens källa	6592574	1622777	2002-11-17	Ja	4,6	6,84	<0,5	Berg/morän
Sg-1	Gustavsborg	6620224	1622264	2002-12-18				<0,5	Svallsand-grus
Sg-2	Kallbrunn	6619251	1622668	2002-12-18		3,8	7,52	<0,5	Isälvsmaterial
Sg-3	Annas Källa	6611374	1618998	2002-12-18		3,5	7,20	<0,5	Isälvsmaterial

ID	TYP	TERRÅNG OCH VEGETATION	UTBYGGNAD	PÅVERKAN	UTFÄLLNING	KULTURINTRESSE
Ös-1	Punktkälla under stenblock vid väg	Sluttning ned mot sjö, sly	Naturlig	Större väg		
Vm-1	Flera källsprång	Bäckravin i åsen, schaktgropar	Naturlig	Ostört		
Va-2	Punktkälla	Gräns mellan tät blandskog och åker	0,5x0,5m stensättning	Ostört		
Va-1	Punktkälla	Gräns mellan blandskog och åkermark	1x1m stensättning + pump	Åkermark		
Uv-1	Punktkälla 2x2m + 2 st 1x1m	Lövskog, mellan åsen och sjön. Schaktgropar i åsen	Naturlig + trädam	Större väg	Järn	
Ub-2	Källorisont 50m	Gles lövskog, kärr	Naturlig	Väg	Järn	
Ub-1	Punktkälla	Åkermark	Grävd + stensättning	Åkermark		
Tb-2	Punktkälla	Hustomt, sly	Cementring	Bebyggelse		
Tb-1	Punktkälla	Björkar, gångstig och hustomt	Cementring med låst lock	Bebyggelse		Trefaldighetskälla
St-1	Punktkälla	Bäckravin, lövskog	Naturlig	Bebyggelse		
St-2	Punktkälla 5x5m + källbäck	Träddunge på åker	Naturlig	Åkermark	Järn	
St-3	Punktkälla	Golfbana	Stensättning + trälock	Golfbana		Trefaldighetskälla, surbrunn på 1600-talet
St-4	Flera punktkällor 5x5m	Bäckravin, blandskog	Naturlig	Vattenhål för vilda djur		
St-5	Punktkälla 2x2m + flera mindre	Bäck i granskog	Naturlig	Väg, kalhygge		
St-7	Punktkälla	Sluttning med lövskog och gran	1,5x1,5m cementinfattning + rör	Större väg		
St-8	Punktkälla	Bandskog	Naturlig + vattnet rinner genom plaströr	Åkermark		
St-9	Punktkälla + källkärr	Björkskog/sly och åker	Cementring + lock	Järnväg		
St-10	Punktkälla	Bergvägg i blandskog nära åker	Naturlig	Ostört		Offerkälla
St-11	Punktkälla 1,5x1,5m + källbäck	Granskog, 20m från sjö	Naturlig + avrinningsanordning i trä	Ostört		
Nk-1	Punktkälla 5x3m + källbäck	Låglänt område med bergknallar och lövskog (ek)	Naturlig	Ostört	Järn	Offerkälla
Sl-1	Punktkälla + källhorisont	Anlagd park	Naturlig	Anlagd park		
So-1	Punktkälla	Bandskog i bostadsområde	Cementinfattning + lock + rör	Bebyggelse, mindre industri		Trefaldighetskälla
Sg-1	Punktkälla	Överväxt hage med sly och lövträd	Cementring + rör	Skog, hage		
Sg-2	Punktkälla	Ung barrskog i grustäkt	Cementring + rör	Grustäkt		
Sg-3	Punktkälla	Sluttning i kraftledningsgata med sly	0,5x0,5m träinfattning	Kraftledningsgata		

ID	NAMN	X	Y	BESÖKT	PROV-TAGNING	T (°C)	pH	FLÖDE (l/s)	AKVIFER
Sg-6	Skoby	6610710	1618831	2002-12-18		4,5	7,35	<0,5	Isälvsmaterial
Sg-7	Åkholmen	6607860	1619158	2002-12-18		3,8	7,63	0,5-3	Isälvsmaterial
Sg-5	Holkbacken	6619585	1626513	2002-12-18		0,1	7,51	Inget flöde	Vattenförande lager under lera
Sg-4	Åshusby	6610320	1618800	2002-12-18	Ja	3,7	7,50	<0,5	Isälvsmaterial
Sa-7	Bergs källa	6571589	1607495	2002-12-02				<0,5	Berg
Sa-6	Skårby	6569016	1609967	2002-12-02				Inget flöde	Berg/morän
Sa-5	Tjurfällan	6573686	1603574	2002-12-02				Inget flöde	Isälvsmaterial
Sa-4	Botvids källa	6567957	1612675	2002-12-02	Ja	6,2	6,77	5-10	Vattenförande lager under lera
Sa-3	Kina	6573959	1605561	2002-12-02		10,0	6,65	<0,5	Morän
Sa-2	Högantorp	6571903	1602759	2002-12-02		7,8	7,10	<0,5	Vattenförande lager under lera
Sa-1	Vitsand	6573315	1601569	2002-12-02	Ja	3,1	6,77	<0,5	Morän
Ny-9	Gorran	6546600	1615750	2003-09	Lämplig			40	Isälvsmaterial
Ny-8	Briksberg	6547639	1618406	2003-01-09				Is	Vattenförande lager under lera
Ny-7	Segersång	6547535	1622198	2003-01-09	Ja	3,2	6,28	<0,5	Morän
Ny-6	Banksta	6544504	1622868	2003-01-09		1,0	6,71	<0,5	Morän
Ny-5	Storkällan	6542527	1613191	2003-01-09				Is	Vattenförande lager under lera
Ny-4	Lilluddskällan	6526466	1617282	2003-01-09				Torr	Berg/morän
Ny-3	Norrsten	6515513	1619292	2003-01-23	Ja	0,7	6,64	Inget flöde	Vattenförande lager under lera
Ny-2	Norra brunn	6515437	1619374	2003-01-23	Ja	4,4	6,20	Inget flöde	Vattenförande lager under lera
Ny-1	Fyrkällan	6514886	1619284	2003-01-23	Ja	3,8	7,26	Inget flöde	Vattenförande lager under lera
Nt-3	Hyddan	6620514	1647070	2002-12-12				å	Svallsand-grus
Nt-4	Ekskogen	6621711	1646600	2002-12-12				Bäck	Isälvsmaterial
Nt-2	Gullungssjön	6624888	1649063	2002-12-12	Ja	6,9	7,30	<0,5	Berg
Nt-1	Norrby	6645203	1661944	2002-12-12				<0,5	Berg
Na-7	Nyckelvikskällan	6580233	1635590	2003-05-24				Inget flöde	Berg/morän
Na-4	Trollsökällan	6578578	1640157	2002-12-13				Inget flöde	Morän
Na-3	Källtorp	6576500	1634786	2002-12-13				<0,5	Isälvsmaterial

ID	TYP	TERRÅNG OCH VEGETATION	UTBYGGNAD	PÅVERKAN	UTFÄLLNING	KULTURINTRESSE
Sg-6	Punktkälla	Dike i överväxt hage med sly	Naturlig + cementring	Hus, traktorer		
Sg-7	Källhorisont	Sandstrand med gräsmatta	Naturlig	Väg, parkering	Järn	
Sg-5	Punktkälla	Bergklack ute på åker	0,5x0,5m träinfattning	Åkermark		
Sg-4	Punktkälla + källbäck	Hage, betesmark	Naturlig + cementring	Omfattande djurhantering, hagar	Järn	
Sa-7	Punktkälla 1x1m	Bergvägg i barrskog	Naturlig	Ostört		
Sa-6	Punktkälla	Blandskog i kuperat moränområde	Stensättning + trälock	Ostört		Anslutning till fornlämningar
Sa-5	Punktkälla	Lövskog i sluttning nära åker	Cementinfattning + lock	Åkermark		
Sa-4	Punktkälla 2,5x2,5m + källbäck	Gräns mellan åker och blandskog	Naturlig	Större väg	Järn	
Sa-3	Punktkälla	Hustomt	Cementring + rör	Bebyggelse		
Sa-2	Punktkälla	Golfbana i dalgång	Cementring	Bebyggelse, golfbana	Järn	
Sa-1	Punktkälla 2x2m + källbäck	kalhygge	Cementinfattning + träöverbyggnad	Större ostört moränområde		
Ny-9	Punktkälla				Järn	
Ny-8	Punktkälla	Bergklack i kanten till åker	Naturlig	Åkermark		
Ny-7	Punktkälla	Blandskog i åsbranten	1x1m cementring	Ostört		
Ny-6	Punktkälla	Blandskog	Träöverbyggnad	Ostört		Använts av 1700-talsgård
Ny-5	Punktkälla	Träddunge vid åker	Naturlig	Åkermark		
Ny-4	Punktkälla	Blandskog	1x1m stensättning	Ostört		
Ny-3		2m bred ravin i kuperat bergsområde, gräs och buskar				
	Punktkälla 1x1m		Naturlig	Kustnära		
Ny-2		2m bred ravin i kuperat bergsområde, gräs och buskar				
	Punktkälla		1,5x1,5m cementinfattning	Kustnära		
Ny-1		2m bred ravin i kuperat bergsområde, gräs och buskar				
	Punktkälla		1,5x1,5m cementinfattning	Kustnära		
Nt-3	Flera punktkällor i ån	å i åker	Naturlig	Åkermark		
Nt-4	Flera punktkällor	Bäckravin	Naturlig	Ostört		
Nt-2	Punktkälla	Åker, betesmark	Naturlig	Större väg, bondgård		
Nt-1	Punktkälla	Bergklack i kanten till åker	Naturlig	Åkermark		
Na-7	Punktkälla	Bergklack i kanten till hage	Naturlig	Hage		Dokumenterad sedan 1700-talet
Na-4	Punktkälla	Ödetomt, sly	Träöverbyggnad + lås	Avloppsvatten		Använts sedan 1700-talet
Na-3	Punktkälla	Dike i tomtkant	1x1m träinfattning	Väg, bebyggelse		Använts av 1700-tals torp

ID	NAMN	X	Y	BESÖKT	PROV-TAGNING	T (°C)	pH	FLÖDE (l/s)	AKVIFER
Na-2	Sandakällan	6575253	1635781	2002-12-13	Lämplig			5-10	Isälvsmaterial
Na-1	Storkällan	6572967	1637170	2002-12-13				Kärr	Isälvsmaterial
Jf-1	Gåseborg	6588529	1611176	2002-12-17				Inget flöde	Morän
Ha-3	Sandemar	6559500	1647150	2003-01-21	Ja	1,0	7,23	<0,5	Isälvsmaterial
Ha-2	Källbacken	6553949	1628442	2002-11-26			6,30	<0,5	Isälvsmaterial
Ha-1	Lillsjön	6560997	1632580	2002-11-26				Sjö	Isälvsmaterial
Ek-5	S Menhammar	6578786	1604555	2002-11-29				Inget flöde	Berg/morän
Ek-4	Husby	6584325	1602694	2002-11-29				Inget flöde	Berg/morän
Ek-3	Erikssten	6574146	1615244	2002-11-29				Inget flöde	Isälvsmaterial
Ek-2	Stäkstorp	6577407	1616360	2002-11-29				Torr	Vattenförande lager under lera
Ek-7	Rasta	6577941	1604031	2002-11-29	Ja	6,6	5,94	<0,5	Morän
Ek-6	Dyviksudde	6581360	1614683	2002-11-29	Ja	5,6	6,85	Inget flöde	Berg/morän
Ek-1	Rödsten	6573612	1615355	2002-11-29		5,5	7,24	Sipprar	Isälvsmaterial
Bo-3	Skäcklinge silverkälla	6564287	1615870	2002-12-19		1,3	7,73	<0,5	Sand
Bo-2	Göstas källa	6565877	1617861	2002-12-19	Ja	0,4	7,41	<0,5	Isälvsmaterial
Bo-1	Iselsta	6558280	1616752	2002-12-19		3,0	7,01	<0,5	Morän

ID	TYP	TERRÅNG OCH VEGETATION	UTBYGGNAD	PÅVERKAN	UTFÄLLNING	KULTURINTRESSE
Na-2	Punktkälla	Barrskog	Cementringar + plaströr	Ostört		
Na-1	Källkärr med flera källsprång	Blandskog	Naturlig	Kyrkogård		
Jf-1	Punktkälla	Gammal betesmark/hage	2x2m stensättning	Hage		Fornborg
Ha-3	Punktkälla + 100x100m källsjö	Vass, park och åker	Naturlig	Kustnära		
Ha-2	Punktkälla	Blandskog	2 Cementringar	Väg	Järn	
Ha-1	100 x 100m Källsjö	Skogsdunge	Naturlig	Stor industri, avlopp	Järn	
Ek-5	Punktkälla	Stall och hagar	Cementring + lock	Djurskötsel		
Ek-4	Punktkälla	Gräns mellan blandskog och åkermark	Cementring + lock	Väg		
Ek-3	15x15m våtmark	Öppen våtmark i blandskog	Naturlig	Väg		
Ek-2	Punktkälla	Gräns mellan blandskog och våtmark	Steninfattning + cementring	Bebyggelse		
Ek-7	Punktkälla + källkärr	Barrskog	Cementring	Djurskötsel		
Ek-6	Punktkälla	Gräns mellan barrskog och åker	Cementring + trälock	Ostört		
Ek-1	Punktkälla	Bäckravin med blandskog	Cementring	Ostört	Järn	
Bo-3	Punktkälla	Bäckravin med lövskog i bostadsområde	Cementrör	Bebyggelse		
Bo-2	Punktkälla	Tät blandskog i brant slänt	Naturlig	Industri	Järn	
Bo-1	Punktkälla	Kalhygge/barrskog	Naturlig	Väg		

Bilaga 2

Analysresultat

ID	NAMN	AKVIFER	Färgtal	Turbiditet (FNU)	Konduktivitet (mS/m)	pH	Alkalinitet (mg HCO ₃ /l)	Totalhårdhet (°dH)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Al (mg/l)
Va-2	Malmhagen	Isälvsmaterial	20	0,66	11,60	6,4	32	2,2	12	2,1	6	0,9	0,170	0,025	0,390
Tb-1	Johanneskällan	Berg/morän	10	0,37	67,40	6,7	320	17,9	110	11	24	4,9	0,009	0,003	0,038
St-2	Svartkällan	Lera över vattenförande lager	25	63,00	31,50	6,9	69	6,0	29	8,5	10	7,5	5,300	0,320	0,035
St-7	Gnesta		8	0,27	86,80	7,7	210	13,9	68	19,0	82	3,1	<0,005	0,001	0,014
Nk-1	Drottningkällan	Isälvsmaterial	30	1,60	28,00	6,9	68	5,4	28	6,5	10	3,3	1,900	0,084	0,008
St-11	S Sörsjön	Isälvsmaterial	5	0,13	32,00	8,0	180	8,9	44	12,0	4	2,0	<0,005	<0,001	0,007
So-1	Mjölharens källa	Berg/morän	30	0,38	33,70	6,7	59	6,0	35	4,8	22	4,5	0,029	0,005	0,230
Sg-4	Åshusby	Isälvsmaterial	10	0,92	55,5	7,5	180	13,2	81	8,1	14	6,1	0,190	0,007	0,029
Sa-4	St Botvids källa	Lera över vatten- förande lager	40	2,80	30,80	7,1	85	5,9	32	6,3	14	3,0	1,700	0,098	<0,005
Sa-1	Vitsand	Morän	15	1,50	29,70	7,2	150	7,7	45	5,9	7	1,4	0,360	0,029	0,014
Ny-7	Segersång	Morän	5	0,38	14,20	6,5	24	36,0	250	2,9	6	39,0	0,017	0,004	0,030
Ny-3	Norrsten	Berg/lera	5	0,24	38,70	7,9	94	6,7	40	4,8	19	3,1	<0,005	<0,001	0,010
Ny-2	Norra brunn	Berg/lera	30	0,18	21,10	6,4	5	2,3	11	3,4	18	2,7	0,060	0,003	0,170
Ny-1	Fyrkällan	Berg/lera	110	2,20	15,70	6,4	7	1,9	9	3,1	11	2,0	0,310	0,059	0,430
Nr-2	Gullungssjön	Berg	25	1,80	65,60	6,9	260	14,0	91	5,3	28	18,0	0,072	0,003	0,096
Ha-3	Sandemar	Isälvsmaterial	10	0,51	63,80	7,6	250	15,7	97	9,2	17	15,0	0,130	0,460	<0,005
Ek-6	Dyvik	Berg/morän	15	2,50	13,40	6,5	49	2,8	15	3,2	5	1,0	0,170	0,003	0,230
Ek-7	Rasta	morän	5	0,34	25,30	7,3	140	6,1	38	3,5	6	0,7	0,037	0,005	0,008
Bo-2	Göstas källa	Isälvsmaterial	88	35,00	12,00	6,8	31	2,0	11	2,0	4	2,4	8,400	1,700	0,270

ID	Cu (mg/l)	Si (mg/l)	Zn (mg/l)	Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	TOC (mg/l)	N (tot) (mg/l)	Ammonium- kväve (mg/l)	Nitratkväve (mg/l)	Nitritkväve (mg/l)	P tot (mg/l)	Fosfat- fosfor (mg/l)	Fluorid (mg/l)	Cl (mg/l)	Sulfat (mg/l)
Va-2	0,016	8,6	0,011	<0,10	<1,0	8,5	0,38	<0,02	0,13	<0,002	<0,10	0,006	0,25	5,6	14,4
Tb-1	0,006	6,7	0,003	<0,10	<1,0	4,5	3,3	<0,02	3,20	<0,002	0,10	0,007	0,40	24,7	46,8
St-2	<0,002	9,3	0,026	<0,10	<1,0	1,7	0,17	0,05	<0,02	<0,002	<0,10	<0,005	0,34	14,8	65,5
St-7	<0,002	6,5	<0,002	<0,10	<1,0	1,7	0,85	<0,02	0,80	<0,002	0,10	<0,005	0,69	148,0	25,0
Nk-1	<0,002	7,6	<0,002	<0,10	<1,0	1,6	0,12	0,04	<0,02	<0,002	<0,10	<0,005	0,63	18,2	44,4
St-11	<0,002	4,9	<0,002	<0,10	<1,0	1,2	0,12	<0,02	0,07	<0,002	<0,10	<0,005	0,13	3,4	17,9
So-1	0,006	4,6	0,003	<0,10	<1,0	11,0	2,80	<0,02	2,50	<0,002	<0,10	0,006	0,51	27,1	52,1
Sg-4	0,008	5,0	0,006	<0,10	<1,0	2,3	1,50	<0,02	1,40	<0,002	<0,10	<0,005	0,15	32,8	73,3
Sa-4	<0,002	6,4	<0,002	<0,10	<1,0	2,4	0,17	0,06	<0,02	<0,002	<0,10	0,008	0,36	26,5	36,6
Sa-1	<0,002	7,0	0,007	<0,10	<1,0	5,1	0,30	0,03	0,10	<0,002	<0,10	<0,005	0,24	6,1	20,2
Ny-3	0,004	6,5	<0,002	<0,10	<1,0	1,1	0,98	0,03	0,86	<0,002	<0,10	0,007	<0,1	13,4	17,7
Ny-3	<0,002	4,5	<0,002	<0,10	<1,0	2,6	6,30	<0,02	6,30	<0,002	<0,10	0,013	<0,10	23,9	15,6
Ny-2	<0,002	3,0	0,540	0,32	<1,0	6,1	2,60	0,02	2,20	<0,002	<0,10	0,055	<0,1	40,5	12,8
Ny-1	0,003	3,0	0,170	0,26	5,0	13,0	2,90	0,07	1,90	0,009	0,14	0,110	<0,1	20,1	17,1
Ni-2	0,006	7,0	0,003	<0,10	<1,0	5,9	7,10	0,05	6,40	<0,002	0,57	0,570	0,20	44,2	15,9
Ha-3	<0,002	4,8	<0,002	<0,10	<1,0	3,1	0,27	0,06	0,02	<0,002	<0,10	<0,005	0,92	35,9	64,8
Ek-6	0,002		<0,002	<0,10	<1,0	8,0	0,43	<0,02	0,32	<0,002	<0,10	<0,005	0,22	5,2	13,5
Ek-7	<0,002	5,5	<0,002	<0,10	<1,0	2,5	0,10	<0,02	0,04	<0,002	<0,10	<0,005	0,30	3,5	12,6
Bo-2	<0,002	4,7	<0,002	0,13	<1,0	8,3	1,90	1,20	0,36	0,003	<0,10	<0,005	0,12	5,5	14,1

Bilaga 3

Analysresultat från andra undersökningar:
Gorran, Hammarby och Sandakällan

Analysprotokoll från Ny-9 Gorran, Nynäshamns kommun



ALcontrol Laboratories

ALcontrol AB

Box 1083, 581 10 Linköping • Tel: 013-23 36 00 • Fax: 013-12 17 28
ORG.NR 556152-0916 STYRELSENS SÄTE: LINKÖPING

Vid frågor kontakta vår kundtjänst. Tel: 013-23 36 85

Uppdragsgivare

NYNÄSHAMNS KOMMUN
VA-förvaltningen VV

149 81 NYNÄSHAMN



1006

RAPPORT

Sida 2 (2)

utfärdad av ackrediterat laboratorium
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Rapport Nr 02035101

NYNÄSHAMNS KOMMUN
Laboratoriet
Ingrid Rehnlund

149 81 NYNÄSHAMN

Avser

Vattenverk

Anläggning : Sunnerby VV
Provplats : Råvatten
Analysomfattning : Kemisk

Råvatten

Vattentäkt : Grundvatten
Desinfektion : -

Information om provet och provtagningen

Provtagningsdag : 2002-03-20
Provtagningsstidpunkt : 1005
Temperatur vid provtagning : 7.4 °C
Provtagare : T Johansson

Ankomstdatum : 2002-03-20
Ankomsttidpunkt : 1910
Temperatur vid uppackning : 8 °C

Analysresultat

Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet	Mätosäkerhet
TURB-FNU, SS-EN 27027	Turbiditet FNU	0.08	FNU	+/-10%
SLV 1990-01-01 Metod I	Lukt	ingen		
SLV	Lukt, art	-		
SS-EN ISO 7887, del 4	Färg	<5	mg/l Pt	+/-15%
CODMN-NT, SS028118-1	COD(Mn)	<1.0	mg/l	+/-15%
KOND-K, SS028123-1	Konduktivitet 25°C	24.7	mS/m	+/-10%
PH-K, SS028122-3	pH	7.1		+/-10%
ALK-NP, SS028139-1	Alkalinitet, HCO3	38	mg/l	+/-10%
BERÄKNAD	Hårdhet total	4.4	°dH	
CA-Ni, Std.Met.3120 A-B	Kalcium, Ca	23	mg/l	+/-10%
MG-Ni, Std.Met.3120 A-B	Magnesium, Mg	5.4	mg/l	+/-10%
NA-Ni, Std.Met.3120 A-B	Natrium, Na	16	mg/l	+/-20%
K-Ni, Std.Met.3120 A-B	Kalium, K	<2	mg/l	+/-10%
FE-Ni, Std.Met.3120 A-B	Järn, Fe	<0.05	mg/l	+/-20%
MN-Ni, Std.Met.3120 A-B	Mangan, Mn	<0.02	mg/l	+/-10%
AI-Ni, Std.Met.3120 A-B	Aluminium, Al	<0.02	mg/l	+/-15%
NH4-NTS, TRAACS 800	Ammonium, NH4-N	<0.01	mg/l	+/-20%
NO2N-NT, TRAACS800ST8902-	Nitrit, NO2-N	<0.001	mg/l	+/-20%
NO3N-DJ, EPA 300.0	Nitrat, NO3-N	0.7	mg/l	+/-20%
PO4P-NT, TRAACS 800	Fosfat, PO4-P	<0.01	mg/l	+/-20%
F-DJ, EPA 300.0	Fluorid, F	<0.1	mg/l	+/-20%
CL-DJ, EPA 300.0	Klorid, Cl	37	mg/l	+/-15%
SO4-DJ, EPA 300.0	Sulfat, SO4	17	mg/l	+/-15%

Angiven mätosäkerhet är beräknad med täckningsfaktor k = 2, närmare uppgifter kan erhållas efter förfrågan till laboratoriet.

Linköping 2002-05-13

Helmy Nilsson
Ansvarig undersökare

Kopia sänd till:

NYNÄSHAMNS KOMMUN, MILJÖ- OCH SAMHÄLLSBYGGNADSF.

/0003/

Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för teknisk ackreditering (SWEDAC) enligt lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorier uppfyller kraven enligt SS-EN 45001(1989), SS-EN 45002(1989) och ISO/IEC Guide 25(1990:E). Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkännt annat.

Analysprotokoll från Uv-1 Hammarby källa, Upplands Väsby kommun



Görvålnverkets Laboratorium
Vattenverksvägen
175 47 JÄRFÄLLA
Tel: 08-580 382 01



ANALYSRAPPORT
REPORT issued by an Accredited Laboratory
Utförd av ackrediterat laboratorium

Bilaga 2

Sid: 1/2

Provnummer
03 - 4037 - 0

Datum 03-05-15
Kundnr 181

Uppdragsgivare
UPPLANDS VÄSBY KOMMUN
MILJÖ- O HÄLSOSKYDDSKONTOR
194 80 UPPLANDS VÄSBY

Provpuppgifter

Undersökningstyp: DRICKSVATTEN FÖR ENSKILD FÖRBRUKNING
Provart: BRUNN ENSKILD
Provet taget: 03-04-23 kl: 10:05
Provtagningsplats: HAMMARBY
Provmärkning: UPPLANDS VÄSBY
Provtagare: Patrik Hutstrand

Provet inkom: 03-04-23 kl: 11:45

ANALYSRESULTAT MIKROBIOLOGISK UNDERSÖKNING

ANSÄTTNINGSDATUM
KOLIFORMA BAKTERIER (35°C, 1-2D)
E-COLI (44°C, 1D)
HETEROTROFA BAKTERIER 2 DY.20°C

Metod

SS028167-2, SS028165-3
SS028167-2, SS028165-3
SS028171-1, SS028169-2

Resultat

03-04-23
<1 st/100 ml
<1 st/100 ml
3 st/ml

KEMISK UNDERSÖKNING

TEMPERATUR VID PROVTAGNING*
TEMPERATUR VID ANKOMST
TURBIDITET
GRUMLIGHET, OKULÄR
LUKT STYRKA/ART (20°)
LUKT STYRKA/ART (50°)
FÄRG TAL OFILTR.
FÄRG FILTRERAT
KEMISK SYREFÖRBRUKNING, COD MN
PH-VÄRDE
PH-AVLÄSNINGSTEMPERATUR
ALKALINITET
KOLSYRA (MARMORAGGRESSIV)*
TOTALHÄRDHET, BER. SOM CA
TOTALHÄRDHET, BERÄKNAD SOM *DH
JÄRN
MANGAN
AMMONIUM-NITROGEN
NITRAT-NITROGEN
NITRIT-NITROGEN
FOSFAT-FOSFOR
FLUORID
KLORID
SULFAT
KONDUKTIVITET (25°C)

SLV 900101
f.d.SS028125-2
SLV 900101
SLV 900101
SLV 900101
SS-EN ISO 7887-1(4)
SS-EN ISO 7887-1(4)
f.d. SS 02 81 19-1
SS 02 81 22-2

SS-EN ISO 7887-1(4)
SS-EN ISO 7887-1(4)
f.d. SS 02 81 19-1
SS 02 81 22-2
SS-EN ISO 7887-1(4)
BERÄKNAD
SS 02 81 21-2
SS 02 81 21-2
SS 02 81 29-1
SS 02 81 30-1
SS 02 81 34-1
FIA ASN110-02/82
SS-EN 26 777 -1
f.d.SS028126-2
IC ASTN 33/86 SS-EN ISO 10304-1-1
SS 02 81 20-1
IC ASTN 33/86 SS-EN ISO 10304-1-1
SS-EN 27 888 -1

7,0 °C ± 1%
10,8 °C ± 1%
0,10 FNU ± 20%
ingen
ingen/-
svag/obest.
10 ± 5 enh, Pt mg/l
10 ± 5 enh, Pt mg/l
<1 mg/l ± 15%
7,3 ± 0,2 enh pH-enhet
16,2 °C ± 1%
284 mg/l ± 5%
2 mg/l
128 mg/l ± 5%
17,9 °dH ± 5%
<0,050 mg/l ± 20%
<0,010 mg/l ± 35%
<0,010 mg/l ± 10%
1,8 mg/l ± 10%
<0,001 mg/l ± 40%
<0,005 mg/l ± 10%
0,55 mg/l ± 15%
90 mg/l ± 10%
52 mg/l ± 15%
87,2 mS/m ± 10%

* EJ ACKREDITERAD FÖR DENNA ANALYS

BEDÖMNING

Bedömning enligt SLV FS 1993:35
Tjänligt ur mikrobiologisk synpunkt.
Tjänligt med anmärkning ur kemisk (teknisk) synpunkt p.g.a.
hårt vatten.

SYNPUNKTER OCH TOLKNINGAR

Vid analystillfället var vattnets färg svag och halten organiska ämnen var låg.
Vattnets hårdhet kan orsaka skador på tvättgods om tvålhaltiga tvättmedel används.
Dessutom kan hårdheten orsaka utfällningar i ledningar och förvaringskärl.
Jäm- och manganhalterna var låga.
Fluoridhalten ger endast ett begränsat karieskydd.

Analysprotokoll från Na-2 Sandakällan, Nacka kommun



ALcontrol Laboratories

ALcontrol AB

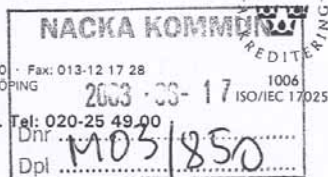
Box 1083, 581 10 Linköping · Tel: 013-23 36 00 · Fax: 013-12 17 28
ORG.NR 556152-0916 STYRELSENS SÄTE: LINKÖPING

Vid frågor kontakta vår kundtjänst vid.

Uppdragsgivare

Nacka kommun

Miljö- och Stadsbyggnad V



RAPPORT

Sida 1 (2)

utfärdad av ackrediterat laboratorium
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Rapport Nr 03079948

Nacka kommun

Miljö- och Stadsbyggnad V

131 81 NACKA

131 81 NACKA

Avser

Dricksvatten Offentlig kontroll

Dricksvatten för allmän förbrukning

Anläggning : Sandakällan
Provplats : Sanda Källan
Analysomfattning : Kemisk

Information om prov och provtagning

Provtagningsdag	: 2003-06-03	Ankomstdatum	: 2003-06-03
Provtagningstidpunkt	: 0900	Ankomsttidpunkt	: 1915
Temperatur vid provtagning	: 4 °C	Temperatur vid uppackning	: 7 °C
Provtagare	: Christina Hemlin		
Provtagningsplats	: -		
Provets märkning	: Sanda källan		

Analysresultat

Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet	Mätosäkerhet
TURB-FNU, SS EN 27027	Turbiditet FNU	0.15	FNU	+/-10%
SLV 1990-01-01 Metod I	Lukt	ingen		
SLV	Lukt, art	-		
SS-EN ISO 7887, del 4	Färg	<5	mg/l Pt	+/-15%
CODMN-NT, SS028118-1	Kemisk syreförbrukn. COD-Mn	<1.0	mg/l	+/-15%
KOND-K, SS028123-1	Konduktivitet 25°C	10.5	mS/m	+/-10%
PH-K, SS028122-3	pH 25°C	6.9		+/-5%
ALK-NP, SS028139-1	Alkalinitet, HCO3	25	mg/l	+/-10%
BERÄKNAD	Hårdhet tyska grader	2.1	°dH	+/-15%
CA-NI, Std.Met.3120 A-B	Kalcium, Ca	12	mg/l	+/-10%
MG-NI, Std.Met.3120 A-B	Magnesium, Mg	1.9	mg/l	+/-10%
NA-NI, Std.Met.3120 A-B	Natrium, Na	4.6	mg/l	+/-20%
K-NI, Std.Met.3120 A-B	Kalium, K	<2	mg/l	+/-10%
FE-NI, Std.Met.3120 A-B	Järn, Fe	<0.05	mg/l	+/-15%
MN-NI, Std.Met.3120 A-B	Mangan, Mn	<0.02	mg/l	+/-10%
AI-NI, Std.Met.3120 A-B	Aluminium, Al	<0.02	mg/l	+/-15%
NH4-NTS, TRAACS 800	Ammoniumkväve, NH4-N	<0.01	mg/l	+/-20%
NO2N-NT, TRAACS800ST8902	Nitritkväve, NO2-N	0.001	mg/l	+/-20%
NO3N-DJ, EPA 300.0	Nitratkväve, NO3-N	0.2	mg/l	+/-20%
PO4P-NT, TRAACS 800	Fosfatfosfor, PO4-P	<0.002	mg/l	+/-20%
F-DJ, EPA 300.0	Fluorid, F	<0.1	mg/l	+/-20%
CL-DJ, EPA 300.0	Klorid, Cl	5.9	mg/l	+/-15%
SO4-DJ, EPA 300.0	Sulfat, SO4	16	mg/l	+/-15%

Bedömning:

I kemiskt avseende
TJÄNLIGT MED ANMÄRKNING.

Angiven mätosäkerhet är beräknad med täckningsfaktor k = 2, närmare uppgifter kan erhållas efter förfrågan till laboratoriet.

Länsstyrelsens rapportserie

Utkomna rapporter under 2004

1. Projekt eller fasta strukturer, *avdelningen för regional utveckling*
2. Barn i storstad - socialtjänsten och barn som anmäls för brott, *socialavdelningen i samarbete med länsstyrelserna i Skåne och Västra Götaland*
3. Billigare livsmedel i Stockholms län, *avdelningen för regional utveckling*
4. Svenska för akademiker - SFA vård: slututvärdering, *avdelningen för regional utveckling*
5. Strandexploatering i Stockholms län - Mälaren och Östersjön, *miljö- och planeringsavdelningen*
6. Kommunernas insatser för personer med psykiska funktionshinder - Östermalms stadsdel: tillsyn på tre nivåer - planering, verksamhet och individ, *socialavdelningen*
7. Kommunernas insatser för personer med psykiska funktionshinder - Vantörs stadsdel: tillsyn på tre nivåer - planering, verksamhet och individ, *socialavdelningen*
8. Kommunernas insatser för personer med psykiska funktionshinder - Norrtälje kommun: tillsyn på tre nivåer - planering, verksamhet och individ, *socialavdelningen*
9. Kommunernas insatser för personer med psykiska funktionshinder - Salems kommun: tillsyn på tre nivåer - planering, verksamhet och individ, *socialavdelningen*
10. Jämställd integration eller integrerad jämställdhet?, *socialavdelningen*
11. Förorenade områden - inventering av oljedepåer i Stockholms län, *miljö- och planeringsavdelningen*
12. Hur mår sjöarna & vattendragen? Undersökningar av vattenkemi i sjöar och vattendrag i Stockholms län, *miljö- och planeringsavdelningen*
13. Brottö - ett representativt skärgårdsjordbruk i Stockholms län, *miljö- och planeringsavdelningen*
14. Länsplan för regional transportinfrastruktur i Stockholms län 2004-2015, *avdelningen för regional utveckling*
15. Hur mår vattendragen? Undersökningar av bottenfauna i vattendrag i Stockholms län år 2000, *miljö- och planeringsavdelningen*
16. Nationell rapport om skyddat boende m.m., *socialavdelningen*
17. Sammanställning av bostadsmarknadsenkäten 2004, *socialavdelningen*
18. Bostadssubventioner 2003, *socialavdelningen*
19. Fartygstrafik och stranderosion i Stockholms skärgård, *miljö- och planeringsavdelningen*. Finns endast som pdf.
20. Äldreskyddsombudens verksamhet under ett år, *socialavdelningen*
21. På cykel för miljö och hälsa, *miljö- och planeringsavdelningen*
22. Skarvar och fågelskär. Inventeringar i Mälaren 2004, *miljö- och planeringsavdelningen*
23. Så använder vi naturreservaten. Resultat från en enkät till 1 000 hushåll i Stockholms län 2003, *miljö- och planeringsavdelningen*
24. Att främja internationella affärer, *avdelningen för regional utveckling*
25. Källor i Stockholms län. Inventering och underlag för miljöövervakning, *miljö- och planeringsavdelningen*

Rapporten presenterar en inventering av källor (kallkällor) i Stockholms län som utfördes under hösten och vintern 2002/2003.

Syftet har varit att öka kunskaperna om länets källor och att undersöka källornas lämplighet för miljöövervakning av grundvatten. Totalt undersöktes 67 källor varav 19 provtogs för vattenkemisk analys.

Arbetet ingår som en del i programområdet Sötvatten – grundvatten i det regionala miljöövervakningsprogrammet för Stockholms län 2002–2006.

*Ytterligare exemplar av denna rapport
kan beställas från Länsstyrelsen
Miljöinformationsenheten tel: 08- 785 52 94
Rapporten finns också på vår hemsida
www.ab.lst.se
ISBN 91-7281-155-2*

Adress
Länsstyrelsen i Stockholms Län
Hantverkargatan 29
Box 22 067
104 22 Stockholm, Sverige
Tel: 08- 785 40 00 (vxl)
www.ab.lst.se