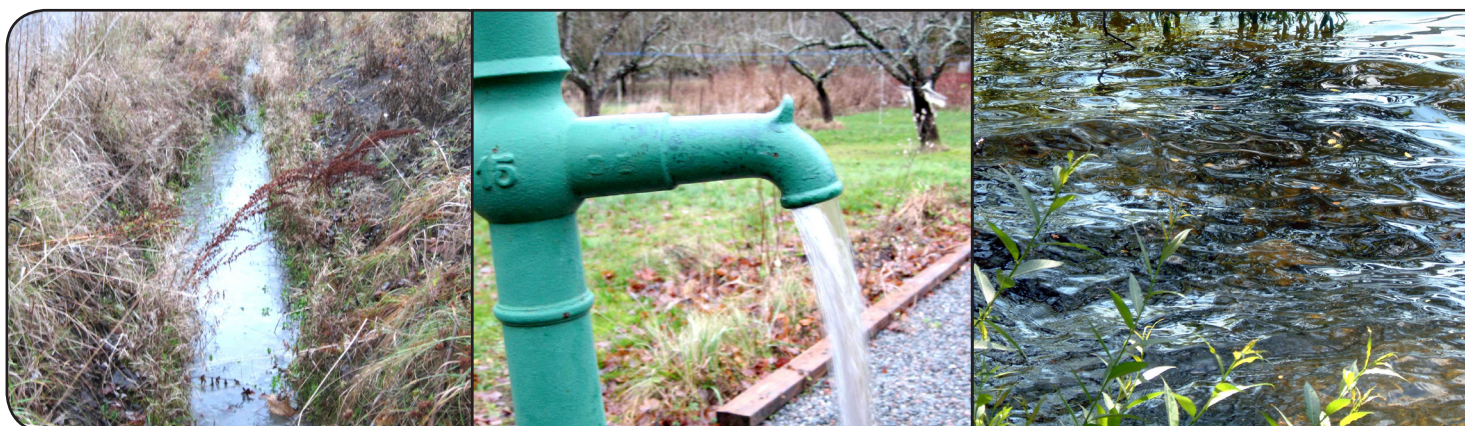


# Grundvatten i Stockholm



Rapporten är skriven av SWECO VIAK på uppdrag av Miljöförvaltningen i Stockholms stad.



MILJÖFÖRVALTNINGEN



2003-2004

Avdelning: Miljöövervakningen  
Handläggare: Jeanette Dau

## Innehållsförteckning

	Sid
<b>1 INLEDNING.....</b>	<b>5</b>
<b>2 PROVTAGNINGSSOMRÅDEN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Underlagsmaterial .....	5
2.2 Ersättningsrör .....	6
2.3 Rör lämpliga för fortsatt provtagning .....	8
<b>3 GRUNDVATTENNIVÅER.....</b>	<b>10</b>
<b>4 UNDERSÖKNING AV KEMISK OCH BAKTERIOLOGISK STATUS.....</b>	<b>11</b>
4.1 Provtagningsmetodik.....	11
<b>5 RESULTAT .....</b>	<b>13</b>
5.1 Huvudkonstituenterna.....	14
5.2 TOC & Näringsämnen .....	17
5.3 Tungmetaller .....	20
5.4 Bakterier .....	24
5.5 Organiska miljögifter .....	26
5.6 Bekämpningsmedel.....	31
<b>6 DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....</b>	<b>33</b>
<b>7 REFERENSER .....</b>	<b>35</b>

## Sammanfattning

Under vinterhalvåret 2003-2004 och hösten 2004 (omprovtagning) har provtagning av grundvattnet skett inom 35 områden i Stockholms stad. Valet av provtagningsområden baserades till stor del på resultaten från den undersökning som SGU genomförde 1997 men på grund av att ett flertal av de rör som användes då inte gått att provta har flera rör bytts ut och antalet provtagna områden har reducerats. I vissa fall har omprovtagning varit nödvändig på grund av felaktiga detektionsgränser vid analys av kvicksilver samt tvivelaktiga analysresultat. Omprovtagning har också varit aktuell för att utöka analysen av bekämpningsmedel och komplettera områden som saknat fullständig analysserie.

Grundvattnet i Stockholms stad är tydligt präglad av den urbana miljön. Pågående och tidigare markanvändning, trafik och en allmänt hög omsättning av miljöpåverkande ämnen, jämfört med i naturmiljön, ger tydlig påverkan på grundvattnet. Också de geologiska förutsättningarna, med lättvittrade lerjordar i dalgångarna, är av betydelse för grundvattnets kemi och ger upphov till högt pH-värde och höga halter katjoner (kalcium, magnesium, natrium, kalium) och vätekarbonat. Jämfört med den undersökning som genomfördes 1997 är alkaliniteten fortsatt mycket hög och konduktiviteten har ökat markant, med nivåer över 100 mS/m i över 40 % av proverna. Den ökade konduktiviteten är ofta åtföljd av mycket höga natriumhalter och ibland även av kraftigt ökade klorid- och sulfathalter.

Liksom vid undersökningen 1997 är tungmetaller den vanligaste föroreningen, men medianhalterna har minskat avsevärt för flertalet tungmetaller och generellt ökande halter återfinns bara för arsenik och krom. De flesta tungmetallerna återfinns dock i enstaka provtagningsområden med extremt höga halter, vilket innebär att medelhalterna t.o.m. ökar för aluminium och bly, trots betydande minskningar i flertalet områden. De tungmetaller som är vanligast förekommande i förhöjda halter är krom, arsenik och kobolt, medan wolfram, nickel och zink endast i ringa omfattning förekommer i onaturligt höga halter.

För närsalterna är det framför allt ammoniumkväve som förekommer i höga halter, men även nitrat- och fosforhalterna är högre än i naturliga grundvatten och totalt är det en tredje del av de undersökta områdena där halterna är att betrakta som förhöjda.

Bakteriell förorening förekommer i 35 procent av de undersökta proverna, vilket är en märkbar förbättring sedan 1997, men mycket höga halter återfinns i Hammarbyhamnen, Ulvsunda, Grimsta IP och Gubbängen.

Organiska föroreningar och bekämpningsmedel förekommer endast i ringa omfattning. DEHP har dock detekterats i samtliga områden, men resultaten väcker frågor om eventuell kontaminering i provtagnings- och analyskedjan och rekommendationen är att DEHP vidare behandlas i en separat studie. Utöver DEHP förekommer övriga undersökta organiska föreningar och pesticider endast i enstaka prover, förutom PAH:er, som hittats i fem områden. Ulvsunda uppvisade de högsta PAH-halterna och där hittades totalt åtta olika PAH:er.

Till de mest förorenade områdena hör Åsen, Gamla stan, Enskedefältet och Gubbängen, där flera sorters föroreningar förekommer i mycket höga halter. För tungmetaller kan även Beckomberga, Riksby och Brommaplan särskilt uppmärksammas.

Skrubba är sedan tidigare omnämnt som Stockholms enda större grundvattenförekomst med god vattenkvalitet, men provet i denna undersökning hade förhöjd alkalinitet, förhöjda fosfor- och TOC-halter och mycket hög halt arsenik. En opåverkad grundvattenförekomst i Skrubba får anses som mycket värdefull ur miljösynpunkt och de nu erhållna resultaten kan motivera en noggrannare undersökning för att klarlägga vattenkvaliteten och för att säkerställa skyddet av akvifären.

För att uppnå god kvalitet och säkerhet i en eventuell fortsättning av provtagningsprogrammet rekommenderas att de så kallade, GK-rören byts ut efterhand, till rör mer lämpade för miljöundersökningar i grundvatten. Inför fastställande av framtida provtagningar rekommenderas att man genomför en separat inventering av provtagningsrör, innefattande funktionstester och bedömningar av uttagbara provmängder.

# 1 Inledning

Grundvattnet i Stockholm har genom århundraden utsatts för föroreningar. Trots att Stockholms invånare idag inte använder grundvattnet som dricksvatten är det viktigt att skydda denna värdefulla resurs. Stockholms sjöar och vattendrag består till stor del av utströmmande grundvatten och ett förorenat grundvatten kan således få direkta konsekvenser på vattenlevande organismer. I staden kan även stora förändringar av grundvattennivån och strömningsriktningar ställa till konsekvenser i form av till exempel sättningar i byggnader.

Kunskapen om Stockholms grundvatten var liten fram till 1997 då en screeningundersökning gjordes som ett delprojekt inom "Vattenprogram för Stockholm". I denna undersökning framkom viktiga fakta om stadens grundvatten. SWECO VIAK har nu på uppdrag av miljöförvaltningen i Stockholm gjort en uppföljning av denna undersökning. Rapporten har tagits fram utifrån Stockholms miljöprogram, delmål 4.5. "Föroreningar till mark., yt och grundvatten ska minska".

Genom att bygga upp en kontinuerlig övervakning av grundvattnet i Stockholm kan grundvattnets kvalitet och kvantitet mätas. Utifrån dessa återkommande mätningar finns sedan möjlighet att bedöma vilka hot och risker som finns för grundvattenföroreningar i Stockholm och en grund att utgå från i arbetet med att försöka minska föroreningarna till grundvattnet.

## 2 Provtagningsområden

Upplägget av undersökningen var från början att provta grundvatten från 60 av de rör som användes som underlag för rapporten 1997. Miljöförvaltningen upprättade en lista över vilka av provtagningspunkterna som var prioriterade, till stor del baserat på föroreningssituationen 1997. Särskilt intressanta punkter utgjordes av bl.a. lågpunkter och betydande grundvattenförekomster.

Provtagningspunkterna från 1997 utgjordes till stor del av så kallade GK-rör, som används av Carl Bro AB för grundvattennivåmätningar. Rören har 9 mm diameter och är försedda med ett 7 cm långt keramiskt filter i intagsdelen. GK-rörens utformning och placering är i första hand gjord för nivåmätningar, vilket kan medföra svårigheter då de används för vattenprovtagning. Ett flertal av de utvalda rören visade sig även vara torra, förstörda, borttagna, eller hade så pass långsam tillrinning att grundvattenprover ej kunde tas. För att hitta nya grundvattenrör som kunde ersätta de gamla utfördes en rorinventering, för att söka efter 2"-rör, företrädesvis HDPE-rör, som ersättning till GK-rören. Totalt ersattes 14 rör med närliggande rör och 3 rör ersattes med nyetablerade 2" HDPE-rör. Totalt inventerades och funktionstestades ett åttiotal rör och av dessa kunde provtagning genomföras i 35 st., se tabell 1, inklusive de nya rör som installerades.

### 2.1 Underlagsmaterial

För att lokalisera grundvattenrören som användes för att undersöka grundvattnet i Stockholm under 1997 har SWECO VIAK vänt sig till Carl Bro AB:s arkiv för detaljerad information om rören och dess placering. Flera av rören har saknat detaljerad information och därför har GPS och GIS-behandlad karta används för lokalisering. I de fall rören saknas (p.g.a. ny

bebyggelse, skadegörelse m.m.) har det utförts intern och extern sökning efter ersättningsrör så nära de gamla som möjligt för att fånga samma grundvattenflöde. I vissa fall har två närliggande rör ersatts med ett rör.

## **2.2 Ersättningsrör**

I några av de fall där alternativrör saknats har nya grundvattenrör drivits. Vid installationerna användes larvburen borrhandsvagn. Borrningen genomfördes med ODEX 115.

Grundvattenröret består av 2” HDPE-rör (High Density Poly Ethylene) som är försett med ett 1 m filter med slitsbredd på 0.3 mm. Längst ner på grundvattenröret finns ett sumprör på 0,5 m. Grundvattenröret installeras så centriskt som möjligt i det temporärt infordrade borrhålet. Tvättad filtersand fylls runt röret från botten och 1 m ovan översta slitsen. Därefter fylls hålrummet runt röret med bentonit upp till markytan. Det temporära foderröret dras successivt upp under installationsarbetet. Slutligen rensplas röret. Hela filterdelen placerades under grundvattenytan på de platser där nya rör installerades.

Tabell 1 del 1 (2). Provtagna områden. Områdenas läge framgår av kartbilagan.

Område	Rörbeteckning	X-koord ST74	Y-koord ST 74	Ersättningsrör
2. Liljeholmen/Trekanten	64C57	77180	97520	
3. Liljeholmen		76147	98356	Ersattes av intilliggande rör vid Sjövik
4. Laduviken	16C2664	82254	100120	Rör 16C2664 intill Statoil Frescati
5B. Norrtull	25D342	80988	99340	Områdena 5B och 18 ersattes med rör 25D342
7 Hammarbyhamnen	106U	76288	103250	Rör 106U inom kontrollprogram för Lugnet
8B. Hjorthagen, Tennishallen	27D293	81092	102416	
9A. Värtahamnen	Kv.	80733	103203	Rör i kv. Hamburg
10A. Mariehäll	12A76	82810	93820	
10C. Ulvsunda	32B123	80890	94640	
15. Åsen G:a stan	56D97	78245	101170	
16. G-A Torg	56AG-AT	78720	100760	
20. Södermalm NV	65A20	77510	99115	
22B. Enskedefältet	Ströms	75051	98116	Rör innanför Ströms Skrot
23. Gubbängen	126D174	71310	100830	
28. Högdalstoppen	135D55	70270	99790	
30. Johannelundstoppen	6244D195	83230	88700	
32. Granholmen	216	86969	101002	Rör 216, ute på åker
33. Stora Sköndal/Flaten	138Dkälla	70320	104290	
39. Vinterviken	73B83	76710	96455	
41. Grimsta IP	8001	82090	100837	Områdena 41 och 59 ersattes med rör 8001 vid Grimsta IP
43. Enskede gård	96C317	74252	100482	
44. Roslagstull/Roslagsvägen	9306/698Ö	81277	99983	Områdena 44a och 44b ersattes av 9306/698Ö.

Tabell 1 del 2 (2)

Område	Rörbeteckning	X-koord ST74	Y-koord ST 74	Ersättningsrör
50. Skrubba	Skrubba	68629	107321	Områdena 50 och 69 ersattes av gemensamt nytt rör
52. Bergslagsv./Räcksta	Räcksta Träsk	81253	90041	Nytt rör vid Räcksta Träsk
53. Enskede/Kärrtorp	108A156	73520	103725	
54. Spånga torg	6146A205	84620	91040	
55. Beckomberga	20B56	81720	91750	
56B. Riksby	56B	79900	93990	Ersatte 56A
58. Bredäng	94A157	74715	93000	
66. Djurgården	58B42	78620	104355	
70. Skanstullsbron	706	75317	101169	Intelligande rör 706
72. Gubbängen	Gubbängen	71327	102524	Områdena 72 och 49 ersattes av intelligande rör
73. Älvsjömässan	Älvsjö	72366	97674	Nytt rör intill
74. Brommaplan	450	79317	92922	Intelligande rör 450
78A. Snösättra	9716 2	70530	99173	

### 2.3 Rör lämpliga för fortsatt provtagning

För det fortsatta arbetet med grundvattenundersökningar i Stockholm föreslås att man successivt frångår användningen av GK-rör som provtagningspunkter. GK-rörens placering är inte anpassad till var de betydande grundvattenflödena förekommer, varför flera av dem inte ger en representativ bild av kvaliteten på det grundvatten som omsätts i Stockholm. Utformningen av rören är inte heller gjord för grundvattenprovtagning och i flera av rören har de uttagbara volymerna varit mycket små, vilket även leder till att provens representativitet kan ifrågasättas.

De rör som vid den nu genomförda inventeringen och provtagningen har uppvisat tillräckligt god funktion för att användas för framtida provtagning redovisas i tabell 2. En framtida provtagning kan baseras på dessa rör, som kompletteras med nya 2" HDPE-rör i de områden där lämpliga provtagningsrör ej finns att tillgå.

Tabell 2. Provtagningsrör med god funktion

Område	Rörbeteckning
<b>3. Liljeholmen</b>	
<b>4. Laduviken</b>	16C2664
<b>5B. Norrtull</b>	25D342
<b>9A. Värtahamnen</b>	Kv. Hamburg
<b>10A. Mariehäll</b>	12A76
<b>10C. Ulvsunda</b>	32B123
<b>15. Åsen G:a stan</b>	56D97
<b>16. G-A Torg</b>	56AG-AT
<b>20. Södermalm NV</b>	65A20
<b>22B. Enskedefältet</b>	Ströms
<b>30. Johannelundstoppen</b>	6244D195
<b>33. Stora Sköndal/Flaten</b>	138Dkälla
<b>39. Vinterviken</b>	73B83
<b>41. Grimsta IP</b>	8001
<b>44. Roslagstull/Roslagsvägen</b>	9306/698Ö
<b>50. Skrubba</b>	Skrubba
<b>52. Bergslagsv./Råcksta</b>	Råcksta Träsk
<b>53. Enskede/Kärrtorp</b>	108A156
<b>56B. Riksby</b>	56B
<b>70. Skanstullsbron</b>	706
<b>73. Älvsjömässan</b>	Älvsjö
<b>74. Brommaplan</b>	450

### 3 Grundvattennivåer

Uppmätta grundvattennivåer redovisas i tabell 3. Grundvattennivån redovisas som uppmätt nivå under röröverkant. Genomgående var grundvattennivåerna låga, vilket även kraftigt påverkade genomförandet av provtagningsprogrammet, eftersom tillrinningen till många rör var dålig och i flera fall var rören helt torra, på grund av att grundvattenytan var lägre än grundvattenrörens filterdel.

Tabell 3. Grundvattennivåer

Område	Gv-nivå, m under röröverkant	Plusnivå röröverkant (RH 00)	Plusnivå grundvattenyta (RH 00)
2. Liljeholmen/Trekanten	2,77		
3. Liljeholmen	1,76		
4. Laduviken	3,75		
5B Norrtull	9,22		
7 Hammarbyhamnen	5,35		
8B. Hjorthagen, Tennishall.	3,1	3,56	0,46
9A. Värtahamnen	3,02		
10A. Mariehäll	1,8	2,73	0,93
10C. Ulvsunda	3,36	9,14	5,78
15. Åsen G:a stan	2,91	2,67	-0,24
16. G-A Torg	2,13		
20. Södermalm NV	3,98	23,3	19,32
22B. Enskedefältet	1,52		
23. Gubbängen	3,59	34,75	31,16
28. Högdalstoppen	1,05	25,97	24,92
30. Johannelundstoppen	4,65	22,96	18,31
32. Granholmen	3,1		
33. Stora Sköndal/Flaten	källa		
39. Vinterviken	3,47	4,95	1,48
41. Grimsta IP	2,13		
43. Enskede gård	3,45	25,02	21,57
44. Roslagstull/Roslagsvägen	5,76		
50. Skrubba	5,53		
52. Bergslagsv./Räcksta 2"	1,16		
53. Enskede/Kärrtorp	3,82	33,72	29,90
54. Spånga torg	2,6	6,83	4,23
55. Beckomberga	3,25	14,4	11,15
56B. Riksby	1,61		
58. Bredäng	1,42		
66. Djurgården	1,85	2,84	0,99
70. Skanstullsbron	2,97		
72. Gubbängen	3,65		
73. Älvsjömässan	1,69		
74. Brommaplan/reningsverket	4,78		
78A. Snösättra	2,56		

## 4 Undersökning av kemisk och bakteriologisk status

Analyserade mätvariabler, analysmetoder och gränsvärden redovisas i tabell 4. Samtliga analyser har utförts av ALcontrol AB, Linköping, med av SWEDAC ackrediterade metoder. I vissa fall anges för enstaka prover högre redovisningsgräns än den i tabell 4 angivna. Detta beror på att provets sammansättning och egenskaper varit sådan att spädning erfordrats före analys, eller i fallet bekämpningsmedel, att förekomst av organiska föreningar i provet stör analysmetoden på ett sådant sätt att analysgränsen måste höjas. Om ett prov innehåller höga halter av ex salter eller organiskt material så kan dessa ge störningar av analysen, endera som baslinjehöjning, dränkning av den "topp" man tittar efter eller i värsta fall sätta igen instrumenteringen totalt, i de första fallen späder man för att försöka lösgöra de ämnen man är ute efter från den "smet" av signaler och toppar som en överladdad körning ger. I det andra fallet försöker man späda ut provet för att våga injicera det till instrumenteringen.

Urvalet av analyserade mätvariabler baserades på undersökningen från 1997, men med vissa justeringar och tillägg, utifrån Stockholm stads önskemål. De parametrar som tillkommit till denna undersökning är wolfram, nitratkväve, klorfeninfos, nonylfenol + oktylfenol, DEHP (dietylhexylftalat) och MTBE (metyl-t-butyleter).

### 4.1 Provtagningsmetodik

I samtliga rör utfördes omsättning av minst en rörvolym grundvatten före provtagning, för att få ett representativ grundvattenprov. I samband med vattenprovtagning utfördes även temperaturmätningar. Vattenproven skickades till ALcontrol samma dag som proven togs. Filtrering (0,45µm) på metallanalys genomfördes hos ALcontrol.

För vattenprovtagning av GK-rör användes en evakueringspump för att skapa ett vakuum i en uppsamlingsflaska. Undertrycket som skapas i flaskan medför att grundvattnet i röret sugts upp med hjälp av en polyetenslang och ner i uppsamlingsflaskan. Vid varje vattenprovtagning användes en syradiskad uppsamlingsflaska (ca. en liter) och en oanvänd styv polyetenslang, som före provtagning tvättades med en slangvolym 1 % HCl och sköljdes med 2 – 3 slangvolym destillerat vatten. Den ena slangändan kopplades till flaskan, den andra fördes ner i röret. Från uppsamlingsflaskan förs vattenprover över till av analyslaboratoriet tillhandahållna provtagningskärl. Emballage och rutiner för förvaring och transport av provtagningsflaskor var i enlighet med föreskrifter från laboratoriet. Provtagningskärlen förvarades vid transport i särskilda kylväskor som laboratoriet tillhandahöll och provinlämning gjordes samma dag som provtagning.

För vattenprovtagning i 2"-rören användes en s.k. amazonpump, ansluten till en slang som fördes ner i grundvattenröret och vattenprover fördes direkt till provtagningsflaskorna.

Tabell 4 dle. Mätvariabler

Mätvariabel	Metod	Redovisningsgräns
pH 25°C	PH-K, SS028122-2	
Konduktivitet 25°C	KOND-K, SS028123-1	1 mS/m
Alkalinitet, HCO <sub>3</sub>	ALK-NP, SS028139-1	0,01 mekv/l
Kalcium, Ca	SS-EN ISO 11885-1	0,1 mg/l
Kalium, K	SS-EN ISO 11885-1	2 mg/l
Magnesium, Mg	SS-EN ISO 11885-1	0,09 mg/l
Natrium, Na	SS-EN ISO 11885-1	0,1 mg/l
Aluminium, Al	EPA 200.8 mod	0,2 µg/l
Arsenik, As	EPA 200.8	0,05 µg/l
Kadmium Cd	EPA 200.8	0,01 µg/l
Kobolt, Co	EPA 200.8	0,03 µg/l
Krom tot, Cr	EPA 200.8	0,2 µg/l
Koppar, Cu	EPA 200.8	0,05 µg/l
Nickel, Ni	EPA 200.8	0,1 µg/l
Bly, Pb	EPA 200.8	0,1 µg/l
Zink Zn	EPA 200.8	1,0 µg/l
Kvicksilver, Hg	PS Analytical-Merlin	5 ng/l
Wolfram, W	SS-EN ISO 11885-1	0,06 µg/l
Sulfat, SO <sub>4</sub>	SS-EN ISO 10304-1	0,2 mg/l
Klorid, Cl	SS-EN ISO 10304-1	1 mg/l
Ammoniumkväve, NH <sub>4</sub> -N	SS-EN ISO 11732,mod	3 µg/l
Nitratkväve, NO <sub>3</sub> -N	TRAACS Beräkn.NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> -N	5 µg/l
Nitratkväve, NO <sub>3</sub> -N+NO <sub>2</sub> -N	SS-EN ISO 13395,mod	5 µg/l
Nitritkväve, NO <sub>2</sub> -N	SS-EN ISO 13395,mod	1 µg/l
Kväve tot, N	SS13395,mod/SS028131,mod	0,10 mg/l
Fosfor tot, P	SS15681,mod/SS028127,mod	10 µg/l
TOC	SS-EN 1484	0,3 mg/l
Acenaften	GC/MS	0,1 µg/l
Acenaftylen	GC/MS	0,1 µg/l
Antracen	GC/MS	0,1 µg/l
Krysen	GC/MS	0,1 µg/l
Dibenso(a,h)antracen	GC/MS	0,1 µg/l
Benso(a)antracen	GC/MS	0,1 µg/l
Benso(a)pyren	GC/MS	0,1 µg/l
Benso(b)fluoranten	GC/MS	0,1 µg/l
Benso(ghi)perylen	GC/MS	0,1 µg/l
Benso(k)fluoranten	GC/MS	0,1 µg/l
Fenantren	GC/MS	0,1 µg/l
Fluoranten	GC/MS	0,1 µg/l
Fluoren	GC/MS	0,1 µg/l
Indeno(1,2,3-cd)pyren	GC/MS	0,1 µg/l
Naftalen	GC/MS	0,1 µg/l

Mätvariabel	Metod	Redovisningsgräns
Pyren	GC/MS	0,1 µg/l
PAH, summa cancerogena	GC/MS	0,2 µg/l
PAH, summa övriga	GC/MS	1 µg/l
E coli 44°C	SS028167-2 MF	1 cfu/100ml
Fekala streptokocker konfirm	SS028179-1	1 cfu/100ml
Sulfitreducerande anaeroba	SS-EN 26 461-2	1 cfu/100ml
PCB Summa 7 st. vatten	PCBSAM	0,02 µg/l
PCB-101 Pentaklorbifenyl	PCB101AM	0,003 µg/l
PCB-118 Pentaklorbifenyl	PCB118AM	0,003 µg/l
PCB-138 Hexaklorbifenyl	PCB138AM	0,003 µg/l
PCB-153 Hexaklorbifenyl	PCB153AM	0,003 µg/l
PCB-180 Heptaklorbifenyl	PCB180AM	0,003 µg/l
PCB-28 Triklorbifenyl	PCB28AM	0,003 µg/l
PCB-52 Tetraklorbifenyl	PCB52AM	0,003 µg/l
Nonylfenol	GC	10 µg/l
Oktylfenol	GC-ECD/MS	10 µg/l
MTBE	GC/MS	5 µg/l
Di-(etylhexyl)-ftalat	GC/MS	1 µg/l
Klorfenvinfos	mod EPA 8270 (GC/MS)	0,02 µg/l
Atrazin	LC/MS	0,05 µg/l
Cyanazin	LC/MS	0,05 µg/l
Desetylatrazin	LC/MS	0,05 µg/l
Desisopropylatrazin	LC/MS	0,05 µg/l
Simazin	LC/MS	0,05 µg/l
Terbutylazin	LC/MS	0,05 µg/l
Glyfosat	LC/MS	0,1 µg/l
AMPA	LC/MS	0,1 µg/l

## 5 Resultat

Analysresultaten från den nu genomförda undersökningen redovisas i tabellerna 5 – 11. Jämförelserna är gjorda utifrån miljöstatusgränserna i denna rapport (olika grader av grönfärgning i tabellerna). För analysvärden markerade med fetstil i tabellerna har miljöstatusen försämrats sedan 1997, utifrån de nu använda gränsvärdena. Markeringen är endast gjord för de provtagningspunkter där samma rör provtagits vid de båda provtagningsomgångarna. För att åtgärda felaktiga analysgränser samt öka antalet prover har omprovtagning genomförts i 10 grundvattenrör varav provtagning gjorts med avseende på kvicksilver i 6 rör (10c, 28, 39, 50, 70, 78), klorfenvinfos i 5 rör (39, 50, 73, 74, 41), PAH i 3 rör (39, 66, 41), alla tungmetaller i 2 rör (41, 66), samt basdata vid ett rör (41). Resultatet från omprovtagningen redovisas med understrukna värden i tabellen.

## 5.1 Huvudkonstituent

Den kemiska grundkaraktäristiken på grundvattnet i Stockholms stad är tydligt präglad av den urbana miljön, se tabell 5. Pågående och tidigare markanvändning, trafik och en allmänt hög omsättning av miljöpåverkande ämnen, jämfört med i naturmiljön, ger tydlig påverkan på grundvattnet. Det är framför allt byggnation, andra markarbeten och fyllnadsmassor som direkt påverkar grundvattnet, dels genom det kemiska utbyte som sker då vatten kommer i kontakt med materialen, men också genom den påverkan som kan finnas på hydrologin och grundvattenbildningen. Också de geologiska förutsättningarna, med lättvittrade lerjordar i dalgångarna, är av betydelse för grundvattnets kemi och ger upphov till högt pH-värde och höga halter katjoner (kalcium, magnesium, natrium, kalium) och vätekarbonat, jämfört med riksgenomsnittet. De pH-värden som uppmätts denna gång är generellt sätt i paritet med Uppland i övrigt, eller något högre. Alkaliniteten är oförändrat mycket hög, medan konduktiviteten ökat avsevärt, med halter över 100 mS/m i hela 43 % av de undersökta grundvattenproverna.

Grundvattnets innehåll av kalcium och kalium är i samma storleksordning som vid undersökningen 1997 och koncentrationerna är således fortfarande höga jämfört med såväl riksgenomsnittet som Uppland. Även magnesiumhalterna är oförändrat höga, men man kan dock notera att halten sjunkit till mycket låga nivåer i flera provtagningspunkter sedan 1997. Natriumhalterna var höga redan 1997, men halterna har ökat ytterligare sedan dess och medianvärdet är i denna undersökning mer än fem gånger högre än medianvärdet för Upplandsregionen. De högsta natriumhalterna uppmättes i Gubbängen och Hammarbyhamnen.

Kloridhalterna är ofta höga i stadsmiljö och vanliga källor är vägar (halkbekämpning), avlopp och deponier. De undersökta grundvattnen uppvisar hög avvikelse med avseende på klorid, jämfört med normalvärden för Uppland. Halterna är i stort sett oförändrade, jämfört med 1997, med enstaka punkter där halten förändrats så mycket att kloridstatusen ändrats. De högsta halterna återfinns liksom för natrium i Gubbängen och Hammarbyhamnen.

För sulfat finns betydande minskning av halten i tio provtagningspunkter och betydande ökning i tre punkter. Medianhalten ökar med 28 procent jämfört med 1997 till 74 mg/l och är nu drygt dubbelt så hög som medianen för Upplandsregionen och fyra gånger högre än medianen för landet. De högsta sulfathalterna uppmättes i Enskedefältet och Beckomberga.

Tabell 5, del 1 (2). Huvudkonstituenten, pH och konduktivitet

Område	pH	Konduktivitet mS/m	Alkalinitet mg/l	Kalcium mg/l	Kalium mg/l	Magnesium mg/l	Natrium mg/l	Sulfat mg/l	Klorid mg/l
	-								
2. Liljeholmen/Trekanten	8	152	340	130	38	23	140	74	320
3. Liljeholmen	7,4	28,6	64	36	4	5,5	19	41	30
4. Laduviken	8,7	35,1	130	5,1	13	2,4	71	<2	40
5B Norrtull	7,2	118	260	110	15	18	91	68,4	260
7 Hammarbyhamnen	7,2	202	350	130	12	13	270	70	420
8B. Hjorthagen, Tennish.	7,8	101	310	99	9	19	90	20	140
9A. Värtahamnen	8,8	65,5	65	20	7	11	92	2,8	160
10A. Mariefält	6,7	171	600	230	12	40	98	200	160
10C. Ulvsunda	7,9	39,8	160	44	7	6	27	15	36
15. Åsen G:a stan	7,5	275	1500	340	60	26	150	65	230
16. G-A Torg	7,3	24,6	120	35	4	1,5	14	<0,2	7
20. Södermalm NV	7,9	99,9	450	110	16	26	72	8,8	100
22B. Enskedefältet	7	175	720	330	20	35	62	340	62
23. Gubbängen	7,1	42	150	60	2	6,5	14	24	36
28. Högdalstoppen	6,9	22,8	88	37	<2	3,9	6,2	30	8
30. Johannelundstoppen	7,3	92,2	400	130	8	18	60	93	63
32. Granholmen	8,2	81,9	410	96	19	32	49	62	42
33. Stora Sköndal/Flaten	7,4	132	800	200	32	34	45	36	59
39. Vinterviken	8,1	71,5	200	99	6	9,3	41	110	61
41. Grimsta IP	8,9	53,3	-	9,8	9	13,9	79	3,0	58
43. Enskede gård	8,1	84,9	300	110	24	17	44	76	64
44. Roslagstull/Roslagsvägen	7,1	132	420	170	9	16	83	98	180

Tabell 5. del 2 (2)

Område	pH	Konduktivitet mS/m	Alkalinitet mg/l	Kalcium mg/l	Kalium mg/l	Magnesium mg/l	Natrium mg/l	Sulfat	Klorid
50. Skrubba	-	27,6	1200	33	4	5,7	10	25	24
52. Bergslagsv./Räcksta 2"	7,3	69,2	450	92	13	15	26	66	15
53. Enskede/Kärrtorp	7,9	77,9	430	88	7	21	80	42	16
54. Spånga torg	8,2	77,6	31	82	10	14	58	150	130
55. Beckomberga	8	114	380	130	27	40	79	230	61
56B. Riksby	7,4	99,4	510	120	10	16	88	31	61
58. Bredäng	7,8	111	230	110	11	35	64	200	96
66. Djurgården	7,7	75,8	350	100	5	13	45	28	51
70. Skanstullsbron	7,1	102	200	160	6	10	43	190	86
72. Gubbängen	6,7	424	72	65	12	6,4	780	33	1300
73. Älvsjömassan	7,8	128	850	35	12	29	210	130	110
74. Brommaplan/reningsverket	7,5	83,8	230	110	9	17	51	150	59
78A. Snösättra	7,3	70,7	220	98	5	16	32	120	38
	<7,5*, >9,0*	100***	180***	100*	-	30*	100*	100*	100*
	> 10,5**	250*	1000						300***

Omprovtningsresultaten är understrukna

\* SLVFS 2001:30, tjänligt med anmärkning

\*\* SLVFS 2001:30, otjänligt

\*\*\* Naturvårdsverket, 1999, mycket hög halt

Övriga redovisade gränser i enlighet med SGU:s undersökning 1997

## 5.2 TOC & Näringsämnen

Mätvärden för totalt organiskt kol (TOC) och näringsämnen redovisas i tabell 6.

### TOC – totalt organiskt kol

Mängden organiskt kol (TOC) i grundvattnet har ökat något sedan 1997, men medelvärdet är dock inte representativt för förändringen av TOC-halterna, då några mycket höga värden slår igenom i medelvärdet, särskilt ett extremvärde på 260 mg/l i provtagningsområde Åsen Gamla stan. Bortsett från dessa höga halter har TOC-halten snarare minskat något sedan 1997, men halterna är fortsatt högre än i grundvatten i skogsekosystem.

### Ammoniumkväve

Ammoniumkväve, som ofta indikerar avloppsläckage och liknande, förekommer i mycket höga halter och medelvärdet är över 2 mg/l och medianhalten 130 µg/l. Haltspridningen är mycket stor, men det har ändå skett en ökning sedan undersökningen 1997. Sju provtagningspunkter uppvisar halter över 1 mg/l, med högsta halten i Åsen Gamla stan, där det fanns hela 55 mg/l.

### Nitrat och nitritkväve

Nitrathalterna är fortsatt låga och medianhalten minskar, men medelvärdet har ökat något och är dubbelt så högt som i den nationella miljöövervakningen. Nitritkvävehalterna är låga och nitrit utgör endast cirka 10 procent av medianhalten av summaparametern nitratkväve + nitritkväve. Högsta halten nitrat och nitrat + nitrit (båda 8,8 mg/l) återfinns i provtagningsområde Skanstullbron, medan nitrit återfinns i mycket hög halt, 2,9 mg/l, i Åsen Gamla stan.

### Totalkväve

Halterna totalkväve är i flertalet provtagningspunkter betydligt högre än summan oorganiskt kväve (ammonium+nitrat+nitrit) och merparten av kvävet föreligger således i organisk form. I medeltal har halterna ökat sedan 1997, men värdet dras upp av den mycket höga ammoniumhalten i Åsen Gamla stan och medianhalten har minskat från över 1300 µg/l 1997, till 760 µg/l i denna undersökning.

### Totalfosfor

Liksom för flertalet av kvävefraktionerna ser man en generell minskning av fosforhalterna, samtidigt som medelvärdet ökar, till följd av mycket höga halter i ett fåtal provtagningspunkter. Någon tydlig koppling mellan höga totalfosforhalter och totalkvävehalter går inte att finna, men de högsta halterna för båda parametrarna finns i Åsen Gamla stan.

Tabell 6, del 1 (2). Närsalter och TOC

Område	NH <sub>4</sub> -N mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NO <sub>3</sub> -N + NO <sub>2</sub> -N mg/l	NO <sub>2</sub> -N mg/l	N-tot mg/l	P-tot mg/l	TOC mg/l
2. Liljeholmen/Trekanten	0,14	0,009	0,009	<0,001	1,2	<0,01	6,5
3. Liljeholmen	0,11	0,11	0,2	0,091	0,74	0,02	26
4. Laduviken	1	0,012	0,015	0,003	1,4	0,05	6,2
5B Norrtull	1	0,72	0,76	0,044	1,3	<0,01	7,8
7 Hammarbyhamnen	0,13	0,21	0,24	0,029	0,83	1,1	6,4
8B. Hjorthagen, Tennish.	<0,003	0,005	0,005	<0,001	0,27	0,06	3
9A. Värtahamnen	0,64	0,004	0,006	0,002	1,5	0,04	7,8
10A. Mariehäll	0,99	<0,005	<0,005	0,002	0,73	0,04	9,9
10C. Ulvsunda	0,31	<0,005	<0,005	<0,001	0,63	0,33	3,8
15. Åsen G:a stan	55	0,4	3,3	2,9	60	6,3	260
16. G-A Torg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	0,76	4,1	16
20. Södermalm NV	0,0032	0,012	0,013	0,001	4,3	0,08	4,9
22B. Enskedefältet	2,7	0,027	0,028	0,001	3,3	0,23	20
23. Gubbängen	<0,01	0,026	0,03	0,004	<0,10	<0,01	2,6
28. Högdalstoppen	0,07	0,02	0,02	<0,001	<0,10	0,01	<1,0
30. Johannelundstoppen	<0,003	0,018	0,026	0,008	0,13	<0,01	3,3
32. Granholmen	1,8	0,009	0,009	<0,001	0,29	0,05	2,5
33. Stora Sköndal/Flaten	0,78	0,012	0,014	0,002	1,1	0,02	8
39. Vinterviken	0,01	0,01	0,01	<0,001	0,12	0,02	42
41. Grimsta IP	0,69	<0,1	-	-	1,2	<0,01	9,0
43. Enskede gård	<0,01	1,66	1,7	0,043	1,9	0,01	4,2

Tabell 6. del 2 (2)

Område	NH <sub>4</sub> -N mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NO <sub>3</sub> -N + NO <sub>2</sub> -N mg/l	NO <sub>2</sub> -N mg/l	N-tot mg/l	P-tot mg/l	TOC mg/l
44. Roslagstull/Roslagsvägen	0,028	0,057	0,059	0,002	0,25	<0,01	3,2
50. Skrubba	0,18	<0,01	<0,01	0,001	0,65	6	51
52. Bergslagsv./Räcksta 2"	0,02	2,204	2,4	0,096	3,3	5,5	3,8
53. Enskede/Kärrtorp	0,27	<0,01	<0,01	<0,001	0,38	0,12	6,5
54. Spånga torg	0,29	0,013	0,02	0,007	0,48	0,02	4
55. Beckomberga	<0,01	0,009	0,01	0,001	0,41	0,01	7,1
56B. Riksby	0,26	<0,005	<0,005	<0,001	0,52	0,25	4,1
58. Bredäng	0,97	0,017	0,02	0,003	2,5	0,28	5,5
66. Djurgården	<0,003	1,2	1,2	<0,001	2,1	0,25	3,7
70. Skanstullsbron	0,04	8,8	8,8	0,024	9,7	0,01	13
72. Gubbängen	0,004	0,36	0,37	0,011	2,5	0,85	7,9
73. Älvsjömassan	1,8	<0,01	<0,01	<0,001	2,8	0,93	3,3
74. Brommaplan/reningsverket	0,01	0,4	0,4	0,001	0,63	0,03	13
78A. Snösättra	0,08	0,02	0,02	<0,001	0,17	0,04	3,6
	0,4*	0,5 <sup>^</sup>	0,5	0,03*	5	0,2	30
	1	4,5*	5	0,15**	10	1	60
	2	11**	10***		20	2	100

Omprovtningsresultaten är understrukna

\* SLVFS 2001:30, tjänligt med anmärkning

2001:30, ojämnt

\*\*\* Naturvårdsverket 1999, mycket hög halt

<sup>^</sup> Naturvårdsverket 1999, jämförvärde naturlig halt i grundvatten

Övriga redovisade gränser i enlighet med SGU:s undersökning 1997\*\* SLVFS

### 5.3 Tungmetaller

Metallhalterna i Stockholm är tydligt påverkade av föroreningskällor, vilket för flera metaller visar sig i generellt förhöjda halter, men också i extremt höga halter i Enskedefältet.

Metallhalterna var höga i Enskedefältet redan 1997 och miljöstatusen har inte förändrats nämnvärt, men det bör noteras att provtagningsröret är utbytt och det nya röret är placerat invid Ströms Skrot, vilket troligen kan förklara de höga metallhalterna. Jämfört med undersökningen 1997 har medianhalterna minskat betydligt för flera metaller och för kadmium, nickel, bly och zink är medianhalterna så låga att de inte kan sägas avvika från naturliga bakgrundshalter i landet.

#### Aluminium

Aluminiumhalterna har överlag minskat sedan 1997, vilket visar sig i att medianhalterna minskat till 2 µg/l, men mycket höga halter, > 100 µg/l, fanns i sex provtagningspunkter. Den högsta uppmätta aluminiumhalten, 3200 µg/l, uppmättes vid Enskedefältet, men även med detta värde exkluderat från medelvärdesberäkningen har påverkan av aluminiumhalterna i medeltal fördubblats.

#### Arsenik

Medel- och medianhalterna för arsenik 1,1 resp. 0,4 µg/l, är i stort sett oförändrade sedan 1997. Elva platser uppvisade halter över jämförvärdet 1 µg/l för naturlig halt i grundvatten (Naturvårdsverket, 1999), med högsta halt, 4,7 µg/l, vid Älvsjömässan.

#### Kadmium

Sex provtagningsplatser uppvisade halter över jämförvärdet 0,1 µg/l för naturlig halt i grundvatten, med högsta halt, 0,72 µg/l vid Gubbängen. Medianhalten var 0,02 µg/l, vilket innebär mer än en halvering jämfört med 1997, medan medelvärdet minskat från 0,09 till 0,07 µg/l.

#### Kobolt

Kobolthalterna var fortsatt förhöjda, jämfört med uppmätta halter i naturliga grundvatten, men medianhalten hade minskat från 1,3 µg/l 1997 till 0,3 µg/l och medelvärdet mer än halverades, från 2,5 µg/l 1997 till 1,1 µg/l i denna undersökning.

#### Krom

Kromhalterna var förhöjda, jämfört med naturliga halter i grundvatten. Såväl medel- som medianhalt har ökat med 0,2 µg/l sedan 1997 och är i denna undersökning 1,3 respektive 1,0 µg/l. I sex av rören är förändringarna så stora att miljöstatusen ändrats. De högsta halterna återfinns i Enskedefältet (6,9 µg/l), Åsen Gamla stan (3,8 µg/l) och Mariehäll (3,3 µg/l).

## Koppar

Kopparhalterna har minskat avsevärt jämfört med 1997, medianhalten från 8,6 till 1,8 µg/l och medelhalten från 12,6 till 3,4 µg/l. Totalt hade sex provtagningspunkter en kopparhalt över jämförvärdet 5 µg/l för naturlig halt i grundvatten, med halter över 10 µg/l i områdena Enskedefältet (24 µg/l), Riksby (11 µg/l) och Brommaplan (11 µg/l).

## Nickel

Nickelhalterna är betydligt lägre än 1997 och såväl medel- som medianhalten, 2,0 resp. 1,8 µg/l, är i storleksnivå med naturliga halter grundvatten. De högsta halterna återfinns i Liljeholmen (8,9 µg/l).

## Bly

Fyra provtagningspunkter uppvisade halter över jämförvärdet 1 µg/l för naturliga halter i grundvatten, i övrigt minskade halterna betydligt och medianhalten var under detektionsgränsen 0,1 µg/l. Den mycket höga halten i Enskedefältet, 53 µg/l, har dock lett till att medelhalten mer än fördubblats, från 0,9 till 1,9 µg/l.

## Zink

Onaturligt höga halter zink detekterades i Enskedefältet, medan halterna överlag måste betraktas som låga, även vid en jämförelse med naturliga nivåer i grundvatten. Medelhalten har sedan 1997 minskat från 54 till 15 µg/l och medianhalten är 6 µg/l, vilket är en minskning med 80 procent sedan 1997.

## Kvicksilver

Fyra provtagningsområden, Åsen Gamla stan, Enskedefältet, Beckomberga och Gubbängen, uppvisade tydligt förhöjda kvicksilverhalter. Såväl medel- som medianhalt minskar dock avsevärt jämfört med 1997 och medianhalten var under detektionsgränsen på 5 ng/l (detectionsgränsen för omprovtagningen ligger på 0,06 ng/l).

## Wolftram

Wolftram förekom inte i halter över detektionsgräns, 0,06 µg/l i någon prov- tagningspunkt i undersökningen.

Tabell 7, del 1 (2). Tungmetaller

Område	Aluminium	Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom (tot)	Koppar	Nickel	Bly	Zink	Kviksilver	Wolfram
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ng/l	mg/l
2. Liljeholmen/Trekanten	<1	1,1	0,05	0,06	0,9	1,3	1	<0,1	5	<5	<0,06
3. Liljeholmen	2	0,2	0,06	12	0,4	6,6	8,9	<0,1	34	<5	<0,06
4. Laduviken	2	0,3	<0,01	0,03	0,7	<0,05	<0,1	<0,1	2	<5	<0,06
5B Norrtull	<1	<0,05	0,03	0,23	1,4	2,2	2,7	0,2	4	<5	<0,06
7 Hammarbyhamnen	5	<0,05	0,07	1	1	3,6	0,9	<0,1	6	6	<0,06
8B. Hjorthagen, Tennish.	3	2,6	0,03	0,54	1,1	2,3	4,1	0,1	27	<5	<0,06
9A. Värtahamnen	2	<0,05	0,02	0,04	0,7	0,9	2,1	0,3	7	<5	<0,06
10A. Mariehäll	<1	0,4	0,13	0,49	3,3	0,7	2,8	<0,1	3	<5	<0,06
10C. Ulvsunda	14	0,1	0,01	0,23	0,3	1,8	2	0,3	31	2	<0,06
15. Åsen G:a stan	2	1,1	0,02	1	3,8	0,9	2,1	<0,1	<1,0	13	<0,06
16. G-A Torg	52	0,3	0,02	0,06	2	3,4	1	1,5	2	<5	<0,06
20. Södermalm NV	1	<0,05	<0,01	0,04	1,2	3,1	0,6	<0,1	5	6	<0,06
22B. Enskedefältet	3200	4,6	0,18	4,2	6,9	24	4,2	53	130	17	<0,06
23. Gubbängen	4	0,2	0,12	0,65	1	7,3	1,8	0,4	49	<5	<0,06
28. Högdalstoppen	1	0,2	0,02	0,29	0,8	0,5	0,6	<0,1	9	0,6	<0,06
30. Johannelundstoppen	4	0,5	0,18	1,2	1,1	1,1	0,8	<0,1	2	<5	<0,06
32. Granholmen	<1	0,4	<0,01	0,18	1	0,6	<0,1	<0,1	<1,0	<5	<0,06
33. Stora Sköndal/Flaten	<1	0,3	0,01	0,7	0,2	1,5	2,6	<0,1	30	6	<0,06
39. Vinterviken	310	0,8	<0,01	0,16	2,2	1,9	2	0,7	10		<0,06
41. Grimsta IP	0,8	<0,9	<0,01	1,5	0,07	0,3	3,2	<0,01	<1,0	-	<0,06

Tabell 7. del 2 (2)

Område	Aluminium	Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom (tot)	Koppar	Nickel	Bly	Zink	Kvicksilver	Wolfram
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ng/l	mg/l
43. Enskede gård	2	0,1	0,03	1,2	0,8	3,5	2,5	<0,1	5	<5	<0,06
44. Roslagstull/Roslagsvägen	<1	<0,05	<0,01	0,7	1,1	1,2	1,5	<0,1	4	<5	<0,06
50. Skrubba	10	4,3	0,03	0,04	0,6	0,6	1	<0,1	1	0,1	<0,06
52. Bergslagsv./Råcksta 2"	4	0,6	0,02	0,37	0,5	1,5	1,7	<0,1	1	<5	<0,06
53. Enskede/Kärrtorp	2	2	<0,01	0,21	0,7	1,1	0,9	<0,1	3	<5	<0,06
54. Spånga torg	200	2,6	<0,01	0,04	2,6	1,3	1,8	0,7	8	6	<0,06
55. Beckomberga	100	0,6	0,04	0,24	0,4	7,4	0,3	1,9	17	23	<0,06
56B. Riksby	2	3,6	0,2	3,7	0,4	11	3,6	0,5	6	<5	<0,06
58. Bredäng	12	0,2	0,01	0,24	1,1	1,5	2,7	0,2	13	7	<0,06
66. Djurgården	1,22	1,9	<0,002	0,39	<0,05	0,2	0,3	<0,01	1,7	<5	<0,06
70. Skanstullsbron	2	0,2	0,01	0,32	0,8	1,8	1,2	<0,1	3	0,1	<0,06
72. Gubbängen	1	<0,05	0,72	4,6	0,2	2,6	4,3	<0,1	42	10	<0,06
73. Älvsjömassan	6	4,7	0,02	0,2	1,3	4,6	2,2	<0,1	8	<5	<0,06
74. Brommaplan/reningsverket	400	2,1	0,09	0,24	2,3	11	1,4	2,2	19	0,2	<0,06
78A. Snösättra	2	0,9	0,01	0,57	0,3	0,3	0,2	<0,1	<1,0	<0,06	<0,06
	100*	1^	0,1^	1"	1,1"	5^	11"	1^	100^	10"	
		10**	5**	2'''	11'''	200*	20**	10**	700***	20'''	
		50***			50**	2000**				1000**	

Omprovtningsresultaten är understrukna

\* SLVFS 2001:30, tjänligt med anmärkning

\*\* SLVFS 2001:30, otjänligt

\*\*\* Naturvårdsverket, 1999, mycket hög halt/påverkan av punktkälla

^ Naturvårdsverket, 1999, jämförvärde naturlig halt i grundvatten

" SGU, 1997, koncentrationen > 5 gånger landets medianvärde

''' SGU, 1997, koncentrationen > 10 gånger landets medianvärde

## 5.4 Bakterier

Analys av bakteriell förorening av grundvattnet har gjorts på tjugo prover och förekomst är detekterad på sju av dessa platser, se tabell 8, vilket är en avsevärd förbättring jämfört med 1997, då bakteriepåverkan på grundvattnet detekterades i samtliga prover. Däremot har fekala föroreningar hittats i fem av tjugo prover, till skillnad mot endast två av cirka 50 prover 1997. E. coli förekommer i halter över 10/100 ml på två ställen, Ulvsunda och Gubbängen, och i båda områdena tillsammans med sulfitreducerande anaeroba. Fekala streptokocker återfinns i mycket hög halt, 860/ml, vid Grimsta IP, tillsammans med 26/100 ml sulfitreducerande anaeroba. Fekala streptokocker återfinns även i Gubbängen och intill Bromma reningsverk, men i relativt låga halter (1/100 ml). Vid Lugnet förekommer sulfitreducerande anaeroba i en halt av 230/100 ml och de återfinns även vid Åsen Norrmalm och i Råcksta i haltintervallet 4 – 8/100 ml. Sulfitreducerande anaeroba bakterier motsvarar sulfitreducerande clostrider i 1997 års undersökning och kan indikera fekala men även andra föroreningar. En möjlighet är att resultatet avspeglar förorening från avlopp långt tillbaka i tiden, men det kan också indikera tillväxt i stillastående vatten.

Tabell 8 del 1 (2). Bakterier

Område	E.Coli 44	Fekala Streptokocker	Sulfitred. anaeroba
	cfu/100 ml	cfu/100 ml	cfu/100 ml
<b>2. Liljeholmen/Trekanten</b>			
<b>3. Liljeholmen</b>			
<b>4. Laduviken</b>	<1	<1	<1
<b>5B Norrtull</b>	<1	<1	<1
<b>7 Hammarbyhamnen</b>	<10	<10	230
<b>8B. Hjorthagen, Tennish.</b>	<1	<1	<1
<b>9A. Värtahamnen</b>			
<b>10A. Mariehäll</b>			
<b>10C. Ulvsunda</b>	44	<1	7
<b>15. Åsen G:a stan</b>	<1	<1	<1
<b>16. G-A Torg</b>	<1	<1	8
<b>20. Södermalm NV</b>	<1	<1	<1
<b>22B. Enskedefältet</b>	<1	<1	<1
<b>23. Gubbängen</b>	<1	1	<1
<b>28. Högdalstoppen</b>			
<b>30. Johannelundstoppen</b>			
<b>32. Granholmen</b>			
<b>33. Stora Sköndal/Flaten</b>	<10	<10	<10
<b>39. Vinterviken</b>	<1	<1	<1

Tabell 8. del 2 (2)

Område	E.Coli 44	Fekala Streptokocker	Sulfitred. anaeroba
	cfu/100 ml	cfu/100 ml	cfu/100 ml
41. Grimsta IP	<1	860	26
43. Enskede gård	<1	<1	<1
44. Roslagstull/Roslagsvägen			
50. Skrubba	<1		<1
52. Bergslagsv./Råcksta 2"	<1	<1**	4
53. Enskede/Kärrtorp			
54. Spånga torg	<1	<1	
55. Beckomberga			
56B. Riksby			
58. Bredäng			
66. Djurgården			
70. Skanstullsbron			
72. Gubbängen	10	<1**	170
73. Älvsjömässan	<1	<1**	<1
74. Brommaplan/reningsverket	<1	1**	<1
78A. Snösättra			
	påvisade*	påvisade	5
	10	10	100
	100	100	500

\* SLVFS 2001:30, otjänligt

\*\* Analysmetod SS028179-1 för fekala streptokocker ersatt med analysmetod EN ISO 7899-2 för intestinala enterokocker då SS028179-1 inte gått att använda p.g.a. provets egenskaper.

De två metoderna har samma gränsvärde och resultaten är jämförbara.

Övriga redovisade gränser i enlighet med SGU:s undersökning 1997.

## 5.5 Organiska miljögifter

### PCB

Förekomst av PCB analyserades på fem prover. Inga PCB-halter över rapporteringsgräns har detekterats i Stockholms grundvatten. Resultatet överensstämmer med rapporteringen från 1997.

### Polyaromatiska kolväten (PAH)

Förekomst av någon av de 16 undersökta PAH-föreningarna fanns i 5 av 29 undersökta prover, se tabell 9. Totalt har tolv olika PAH-föreningar hittats, med fluoren som vanligast förekommande (tre prover) och acenaften som den med högst halt (17 µg/l). Riktvärdena för cancerogena respektive övriga PAH i grundvatten (Naturvårdsverket, 1998) överskreds endast i ett område, Ulvsunda. Totalt fanns där 8 PAH-föreningar, med en totalhalt av 23 µg/l, varav cancerogena PAH utgjorde 0,2 µg/l. De cancerogena PAH-föreningarna utgjordes av benso(a)antracen och krysen.

Tabell 9. PAH:er som förekommer i halter ovan detektionsgräns redovisas.

Område	Acenaften	Acenaften	Antracenen	Krysen	Benzo(a)-antracenen	Benzo(a)-pyren	Fluor- anten	Fluorenen	Naftalen	Pyren	PAH Cancero- gena	PAH övriga
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
2. Liljeholmen/ Trekanten	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
3. Liljeholmen	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0002	0,0004	<0,0001	<0,0002	<0,001
4. Laduviken	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
5B. Norrtull												
7. Hammarby- hamnen	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
8B. Hjorthagen, Tennish.	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
9A. Värtahamnen	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
10A. Mariehäll	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
10C. Ulvsunda	0,017	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	<0,0001	0,0028	0,0017	<0,0001	0,0013	0,0002	0,023
15. Åsen G:a stan	0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
16. G-A Torg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
20. Södermalm NV	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
22B. Enskedefältet	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
23. Gubbängen	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
28. Högdalstoppen	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
30. Johannelunds- toppen	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
32. Granholmen												
33. Stora Sköndal/Flaten	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
39. Vinterviken	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
41. Grimsta IP	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
43. Enskede gård	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
44. Roslagstull/ Roslagsvägen												

Tabell 9. del 2 (2)

Område	Acenaften	Acenaftylen	Antracenen	Krysen	Benso(a)-antracenen	Benso(a)-pyren	Fluoranten	Fluoren	Naftalen	Pyren	PAH Cancerogena	PAH övriga
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
50. Skrubba	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
52. Bergslagsv./Räcksta 2"	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
53. Enskede/Kärrtorp	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
54. Spånga torg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
55. Beckomberga	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
56B. Riksby	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
58. Bredäng	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
66. Djurgården	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
70. Skanstullsbron	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
72. Gubbängen	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
73. Älvsjömassan	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
74. Brommaplan/ reningsverket	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
78A. Snösättra	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,001
	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001*	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002**	0,001
	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,002
	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0008	0,01**

Omprovtagningens resultat är understrukna

\* SLVFS 2001:30, otjänligt

\*\* Naturvårdsverket, 1998, riktvärde förorenat grundvatten

Övriga redovisade gränser i enlighet med SGU:s undersökning 1997.

## MTBE

MTBE har använts som tillsatsmedel i bensin och är lösligt i vatten, varför risken för att det transporteras till grundvattnet är stor. Av de åtta grundvattenprover som analyserades med avseende på MTBE, se tabell 10, var det endast i ett område, Enskedefältet, där det fanns i en halt över detektionsgräns. Koncentrationen MTBE var dock i denna punkt lägre än gränsvärdet för tjänligt med anmärkning enligt i dricksvattenföreskrifterna (SLVFS 2001:30)

## Nonylfenol, oktylfenol

Alkylfenoletoxilater har använts i över 40 år i plast- och gummitillverkning och som ytaktiva ämnen i tvätt- och rengöringsmedel. Ämnena är hormonliknande och bedöms ha hög toxicitet i akvatisk miljö. Nedbrytningen av etoxilaterna till nonylfenol och oktylfenol går relativt fort, men är sedan långsam och detekterbara halter återfinns ofta i rötslam från avloppsreningsverk. Halten nonylfenol + oktylfenol var i intervallet 10 – 20 µg/l i ett av de tio grundvattenprover som analyserades med avseende på dem, se tabell 10, medan de i övriga prover inte fanns i påvisbara halter.

## DEHP

DEHP (dietylhexylftalat) är den mest använda mjukgöraren i Sverige. Huvuddelen används vid tillverkning av PVC-golv, men det används även som mjukgörare vid tillverkning av andra mjuka PVC-material. DEHP är reproduktionsstörande och bioackumulerbart. I kalla och syrefattiga miljöer är DEHP svårnedbrytbart, så nedbrytbarheten av DEHP i grundvattenzonen bedöms som låg. DEHP återfinns i alla de 18 grundvattenprover där det analyserats och förekomsten varierar kraftigt, se tabell 10. Tillförsel av DEHP till miljön sker främst genom utsöndring från PVC-material som används utomhus, såsom målade/belagda plåttak, kablar, slangar, PVC-belagd väv med mera (KEMI, 2003). Medianvärdet är 1,2 µg/l och medelvärdet 21 µg/l, till följd av att mycket höga halter förekommer i ett antal prover, med högsta halt, 180 µg/l, i Åsen i Gamla stan. De inrapporterade halterna är jämförbara med de halter man finner i avloppsvatten och i lakvatten från avfallsupplag (IVL, 2000; Magnusson, 2003). DEHP förekommer i vissa områden i mycket höga halter, vilket väcker en misstanke om att det finns en föroreningskälla i provtagnings- och analyskedjan. Vid provtagning har försiktighetsåtgärder vidtagits såtillvida att handskar, slangar, provtagningskärl eller annan utrustning innehållande DEHP ej har använts och även den ackrediterade analysmetoden är kvalitetssäkrad och skall inte ge upphov till några systematiska fel. För proverna med de högsta halterna är dock halterna så höga att kontaminering av provet, eller av själva provtagningsröret, är den rimligaste förklaringen.

Tabell 10. Organiska miljögifter

Område	Nonylfenol	Oktylfenol	MTBE	Di-(etylhexyl)-ftalat
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2. Liljeholmen/Trekanten				
3. Liljeholmen				
4. Laduviken				0,32
5B Norrtull	<10	<10	<5	0,44
7 Hammarbyhamnen	<10	<10	<5	73
8B. Hjorthagen, Tennish.				
9A. Värtahamnen				
10A. Mariehäll				
10C. Ulvsunda	<10	<10	<5	0,47
15. Åsen G:a stan	<10	<10		180
16. G-A Torg				1,2
20. Södermalm NV				31
22B. Enskedefältet	<10	<20		0,45
23. Gubbängen				
28. Högdalstoppen				
30. Johannelundstoppen				
32. Granholmen				
33. Stora Sköndal/Flaten				
39. Vinterviken				
41. Grimsta IP				
43. Enskede gård				1,2
44. Roslagstull/Roslagsvägen				0,12
50. Skrubba	<10	<10	<5	4,3
52. Bergslagsv./Råcksta 2"	<10	<10	<5	0,1
53. Enskede/Kärrtorp				
54. Spånga torg				
55. Beckomberga	<10	<10		
56B. Riksby				0,47
58. Bredäng				
66. Djurgården				
70. Skanstullsbron				
72. Gubbängen			<5	1,2
73. Älvsjömassan	<10	<10	15	0,046
74. Brommaplan /reningsverket	<10		<5	1,7
78A. Snösättra				84
	påvisad	påvisad	påvisad	1
	50*	50*	50**	10
				20

\* Koncentrationen > 5 gånger över detektionsgräns

\*\* Naturvårdsverket, 1998, riktvärde förorenat grundvatten. Miljöstatusgränser för DEHP valda utifrån inrapporterade halter i denna undersökning samt i IVL (2000) och Magnusson (2003).

## 5.6 Bekämpningsmedel

### Triaziner

Av de 11 triaziner som undersökts har endast ett prov med förhöjda halter ( $< 0,2 \mu\text{g/l}$ ) desisopropylatrazin detekterats, taget i Gubbängen. I övrigt har inte någon triazin funnits i påvisbar halt ( $0,1 \mu\text{g/l}$ ) i något av de 11 prover som analyserats, se tabell 11. De höga halterna som redovisas för provområde Grimsta IP beror på att lägre detektionsgräns ej kunde hållas, på grund av vattnets karaktär (innehåller höga halter organiskt material som kan orsaka störningar av instrumenten och för att undvika problemet späds provet ut).

### Glyfosat + AMPA

Glyfosat är en bladverkande herbicid och Sveriges mest sålda bekämpningsmedel. Medlet är vanligt förekommande vid ogräsbekämpning i parker, på gårdar, parkeringar och i andra urbana miljöer. Rörligheten i marken är normalt sett mycket låg för glyfosat och varken glyfosat eller dess metabolit AMPA har detekterats i halter över  $0,1 \mu\text{g/l}$  i något av de tio prover som analyserats för detta, se tabell 11.

### Klorfenvinfos

Klorfenvinfos har tidigare använts mot skadeinsekter vid odling av lök, kål och sparris, men inget godkänt preparat finns på den svenska marknaden efter 2001. Den akuta giftigheten är hög för vattenlevande organismer och giftigheten för däggdjur är mycket hög. Klorfenvinfos rör sig i första hand genom partikeltransport och det har tidigare hittats i höga halter i bottensediment i Stockholm (IVL, 2003). Klorfenvinfos har i denna undersökning inte detekterats i halter över  $0,02 \mu\text{g/l}$  i något av de tio grundvattenprover där ämnets förekomst undersökts, se tabell 11.

Tabell 11. Bekämpningsmedel

Område	Klor- fenvinfos	Glyfosat	AMPA	Atrazin	Cyanazin	Desetyl- atrazin	Desiso- propylatrazin	Simazin	Terbutylazin
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
4. Laduviken	<0,02								
5B Norrtull	<0,02	<0,1	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
10C. Ulvsunda	<0,02	<0,1	<0,1						
20. Södermalm NV		<0,1	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
22B. Enskedefältet	<0,02	<0,1	<0,1						
33. Stora Sköndal/Flaten	<0,02								
39. Vinterviken	<0,01			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
41. Grimsta IP	<0,01			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
43. Enskede gård				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
50. Skrubba	<0,01	<0,1	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
52. Bergslagsv./Räcksta 2"				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
56B. Riksby		<0,1	<0,1						
66. Djurgården				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
72. Gubbängen		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1
73. Älvsjömassan	<0,01	<0,1	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
74. Brommaplan/reningsverket	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*

Omprovtagningresultaten är understrukna  
\* SLVFS 2001:30, tjänligt med anmärkning

## 6 Diskussion och slutsatser

Sammansättningen på grundvattnet i Stockholm är tydligt påverkad av mänsklig aktivitet i flertalet av de nu undersökta områdena. Redan vid undersökningen 1997 konstaterades att det förekommer många sorters föroreningar och det är ofta svårt att knyta resultaten till specifika föroreningskällor. Resultatjämförelsen mellan denna undersökning och undersökningen 1997 ger för vissa områden bekräftelse på föroreningssituationen, men att utifrån jämförelsen fastslå trender eller effekter av åtgärdsarbete (t. ex. marksaneringar el. förbättrade avloppssystem) är behäftat med stor osäkerhet. Detta gäller kanske främst de markant lägre tungmetallhalterna, som kan vara en indikation på effekter av saneringsarbeten och andra åtgärder, men som också troligen är starkt beroende av de hydrogeologiska förhållandena vid provtagningen. Vid provtagningen var grundvattenförhållandena låga och hade varit så under lång tid, vilket dels ger ökad möjlighet till jonbytesprocesser, adsorption och utfällning av tungmetaller och dels påverkar vattnets strömningsvägar, så att det provtagna grundvattnet kanske inte har passerat tungmetallförorenade marklager i samma utsträckning som vid perioder med högre grundvattenbildning.

Stockholms grundvatten har generellt höga halter katjoner, hög alkalinitet, högt pH och hög konduktivitet. Konduktiviteten har ökat betydligt sedan undersökningarna 1997 och det återspeglas av ökade natriumhalter och ibland även kraftigt ökade klorid- och sulfathalter.

Liksom 1997 är tungmetaller den mest förekommande föroreningen och i 25 av 35 provtagningspunkter var tungmetallhalterna förhöjda, jämfört med naturliga grundvatten. Medianhalterna har minskat betydligt för flertalet av tungmetallerna, ofta mer än halverats, sedan 1997, med undantag för arsenik och krom, där halterna är oförändrade eller något förhöjda. Mycket höga metallhalter förekommer dock i vissa provtagningspunkter och för aluminium och bly är ökningen av de högsta halterna så höga att medelkoncentrationen ökat, trots en betydande minskning i flertalet provtagningsområden. De tungmetaller som uppvisade halter över jämförvärdet för naturliga grundvatten i flest provtagningsområden var krom (14 områden), arsenik (9 områden) och kobolt (9 områden). De tungmetaller som uppvisade minst antal avvikelser från naturliga halter i grundvatten var wolfram (ej detekterat i något prov), nickel (1 område) och zink (2 områden).

Förutom den allmänt förekommande höga alkaliniteten kan höga tungmetallhalter ofta associeras till höga kloridnivåer och i båda fallen indikerar det förekomsten av tungmetaller i lösta karbonat- och kloridkomplex. De tre prover som uppvisar höga TOC-halter kan även de associeras till tungmetaller, men på grund av det ringa antalet punkter går det inte att fastslå att lösligheten för tungmetaller i dessa punkter ökas genom bildning av organiska komplex.

Betydande mängder bakterier förekommer i 3 procent av de undersökta områdena, vilket är en minskning jämfört med 1997, men förekomsten av fekala streptokocker har ökat från 4 procent till 25 procent. Vid en statistisk jämförelse av resultaten kan bakterieförekomst i första hand korreleras till förekomst av tungmetaller, men resultaten skiljer sig åt mellan de områden där bakterieförekomsten är hög, så det går inte att finna något tydligt samband mellan bakterier och någon enskild tungmetall. Det finns inte heller någon tydlig koppling mellan bakterieförekomst och förhöjda halter näringsämnen eller TOC. Eventuellt finns ett samband mellan fosfor och bakterieförekomst, men det statistiska underlaget är för litet för att detta skall kunna fastslås.

När det gäller närsalter är det liksom 1997 ungefär en tredjedel av provpunkterna som uppvisar tydligt förhöjda halter. Det är framförallt ammoniumkväve som förekommer i höga halter och där halterna dessutom tycks ha ökat sedan 1997. Även nitrathalterna är i medeltal högre än 1997 och medelvärdet är högre än i den nationella miljöövervakningen, men medianhalten har minskat och det är bara för ett fåtal punkter där halterna är så höga att de tydligt avviker från nitrathalter i naturliga grundvatten. Även för fosfor minskar medianvärdet, samtidigt som ett antal kraftigt förorenade områden ger ett högre medelvärde, jämfört med 1997.

PAH:er förekommer i påvisbara mängder i fem prover, vilket är en minskning jämfört med 1997. Förekomst av cancerogena och övriga PAH:er i halter över riktvärdena för förorenat grundvatten fanns i Ulvsunda, där totalt åtta PAH-föreningar detekterades. PAH-förekomst kan i de flesta fall statistiskt korreleras till förekomst av tungmetaller, men liksom för bakterier finns det inget tydligt samband mellan PAH och någon specifik tungmetall.

Övriga organiska föreningar förekommer endast i ringa omfattning, med undantag för DEHP, som detekterats i samtliga 18 områden där det analyserats. Resultaten från DEHP-analyserna väcker dock vissa frågor och för att utröna hur stort hot DEHP utgör för grundvattnet borde en separat studie göras, där man förutom noggrant kvalitetssäkrad provtagning och analys även genomför en inventering av potentiella källor inom de undersökta områdena. Utöver det förekommer oktylfenol i Enskedefältet och MTBE i Älvsjömässan, men i båda fallen i förhållandevis låga koncentrationer. Liksom 1997 har PCB inte detekterats i något av de undersökta proven.

Triaziner har hittats i endast ett område, Gubbängen, där desisopropylatrazin förekom i koncentration 0,1 – 0,2 µg/l. Detektionsgränserna för triaziner har varit något annorlunda jämfört med undersökningen 1997, men resultaten visar ändå tydligt att triazinförekomsten är avsevärt lägre i denna undersökning än 1997. Övriga undersökta bekämpningsmedel: glyfosat, AMPA (nedbrytningsprodukt av glyfosat) och klorfenvinfos, har inte detekterats i något undersökt prov.

Det är flera områden som antingen uppvisar mycket höga föroreningshalter och/eller där flera slags föreningar förekommer i noterbara mängder, förutom att de flesta av dem uppvisar höga värden gällande alkalinitet, konduktivitet och kloridhalter. Åsen Gamla stan är sedan tidigare känt som ett kraftigt förorenat område och i denna undersökning finner man där höga halter närsalter, tungmetaller och PAH:er. Två andra områden med flera sorters föreningar i betydande halter är Enskedefältet, där höga halter närsalter och tungmetaller detekterades och där man även fann oktylfenol i provet, samt Gubbängen, där man fann tungmetaller, bakterier och bekämpningsmedel.

Förutom de ovan nämnda områdena kan särskilt uppmärksammas Beckomberga, Riksby och Brommaplan för förhöjda tungmetallhalter. På motsvarande sätt bör också nämnas Hammarbyhamnen, Ulvsunda och Grimsta IP för de höga bakteriehalterna, Ulvsunda även för de höga halterna PAH:er.

Ett område där resultatet avsevärt avviker från 1997 är Skrubba, där grundvattnet tidigare var det som sammansättningen avvek minst för, jämfört med naturliga grundvatten. Provtagningsröret i området är utbytt, men förändringarna är så stora och föroreningarna av sådan art, att resultaten helt klart påvisar en avsevärd skillnad i vattenkvalitet. Provet från Skrubba påvisar mycket hög alkalinitet, förhöjda fosfor- och TOC-halter och onaturligt hög

halt arsenik. Isälvsavlagringen i Skrubba omnämns ofta som Stockholms enda större grundvattenförekomst med god vattenkvalitet och en förorening av denna får därför ses som en stor förlust av natur- och miljövärden, varför de nu erhållna resultaten kan motivera en noggrannare undersökning av området för att säkerställa vattnets kvalitet och skyddet av grundvattenförekomsten.

Återkommande provtagningar av grundvattnet i Stockholm bedöms som värdefullt, då ett långsiktigt program, förutom att ge en bild av grundvattnets kvalitet, möjliggör kontroll av kända riskområden, tidig upptäckt av förändringar och trender gällande enskilda föroreningars förekomst och tidig upptäckt av sedan tidigare okända riskområden/föroreningskällor. För att uppnå god kvalitet på övervakningsprogrammet bör dock de så kallade GK-rören i framtiden bytas ut till rör mer lämpade för miljöundersökningar i grundvatten. Detta för att provta grundvatten i zoner med grundvattenbildning/betydande grundvattenflöden och för att kunna provta grundvatten nedströms objekt som anses utgöra en risk för grundvattenkvaliteten. Genom nyetablering av 2” HDPE-rör i grundvattenförande lager kan vattentillgången vid provtagning säkras och kvaliteten på övervakningen höjas, samtidigt som kostnaderna för genomförandet av provtagningen kan minska avsevärt, dels på grund av standardiserade provtagningsmetoder, och dels på grund av kortare tid för omsättning och provtagning av rören. Fastställande av provtagningsomfattning och beslut om etablering av nya rör bör inför varje provtagningsomgång göras i en separat inventering av provtagningsrör, innefattande funktionstester och bedömning av uttagbara provmängder.

## 7 Referenser

IVL. 2000. *Handbok för lakvattenbedömning - Metodik för karakterisering av lakvatten från avfallsupplag*. Rapport B-1354, 100 sid. IVL, Stockholm

IVL. 2003. *WFD Priority substances in sediments from Stockholm and the Svealand coastal region*. Rapport B-1538, 82 sid. IVL, Stockholm

KEMI. 2003. *Mjukgöraren DEHP: Omfattande EU-arbete på KEMI närmar sig målet. i: Information från KEMI 1/03*, sid. 10 – 11. KEMI, Solna

Magnusson, J. 2003. *Sammansättning på hushållspillvatten från Hammarby Sjöstad: hushållens bidrag av miljöfarliga ämnen till avloppsvattnet*. Examensarbete 2003:292CIV, 101 sid. LTU, Luleå

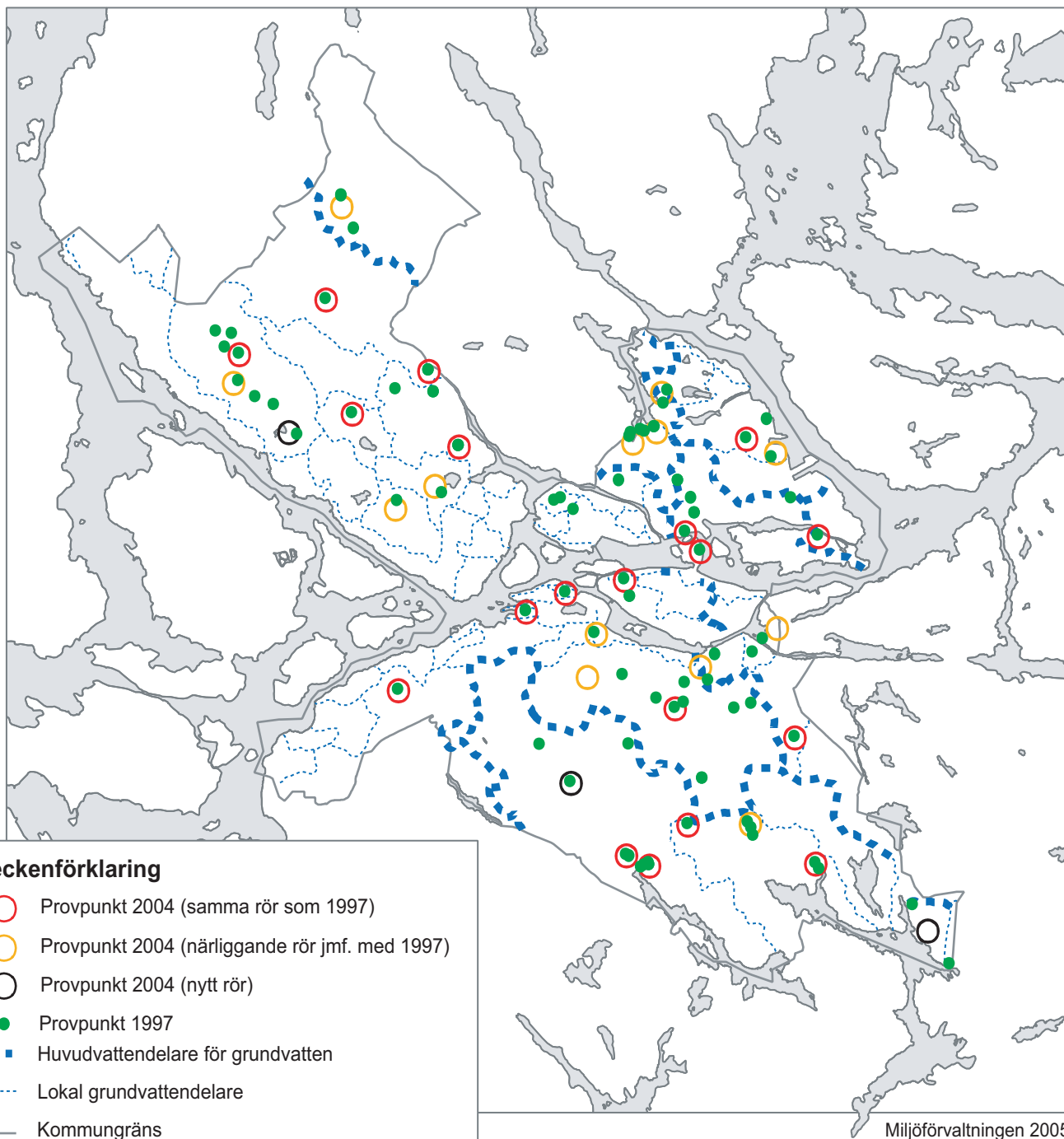
Naturvårdsverket. 1998. *Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer*. Rapport 4889, 50 sid. Naturvårdsverket, Stockholm

Naturvårdsverket. 1999. *Bedömningsgrunder för grundvatten*. Rapport 4915, 140 sid. Naturvårdsverket, Stockholm

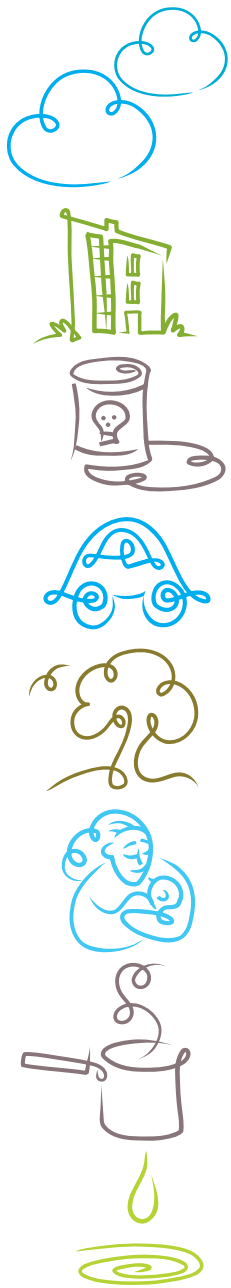
SGU. 1997. *Grundvatten i Stockholm*. 102 sid. SGU, Uppsala

SLVFS 2001:30. *Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten*. Med ändringar t.o.m. LIVSFS 2003:44. Livsmedelsverket, Uppsala

Bilaga: *Karta över provpunkternas placering*







**DENNA RAPPORT VISAR** resultatet av den grundvattenprovtagning som har gjorts inom 35 områden i Stockholms stad. Av undersökningen framgår bl.a. att grundvatt-  
net på många ställen är kraftigt förorenat av främst tungmetaller, men även av när-  
alter och bakterier.

[www.miljo.stockholm.se](http://www.miljo.stockholm.se)

MF 2006.01



## MILJÖFÖRVALTNINGEN

Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4, Box 8136, 104 20 Stockholm. Tel 08-508 28 800. Fax 08-508 28 808.  
E-post: [registrator@miljo.stockholm.se](mailto:registrator@miljo.stockholm.se)