

Screening av miljögifter i grundvatten – sammanställning av undersökningar gjorda 2003–2009

Mats Aastrup, Lotta Lewin Pihlblad · Jenny McCarthy

September 2010

SGU-rapport: 2010:14



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	3
SYFTE OCH BAKGRUND	3
SCREENINGUNDERSÖKNINGAR	3
Nationell screening av organiska miljögifter SGU 2003	4
Resultat.....	4
Nationell screening av organiska miljögifter SGU 2006	5
Resultat.....	6
Intercalibration of Fennoscandian reference monitoring of groundwater in Finland, Sweden and Norway (INFORM), 2006-2007	7
Resultat.....	7
FATE-GROWS 2008.....	8
Resultat.....	8
Regional screening av organiska miljögifter i grundvatten i Dalarna	10
Resultat.....	11
Övervakning av enskilda brunnar i Värmlands län – Resultat av vattenkemisk provtagning under åren 2003 – 2005	12
Resultat av 2003 års undersökning.....	12
Resultat av 2004 och 2005 års undersökningar.....	13
Brunnsinventering i Värmlands län 2007	13
Resultat av 2007 års undersökning.....	13
Brunnsinventering i Östergötlands län	13
Resultat.....	13
Grundvattenkvalitet i Skåne län 2007- 2009	14
Resultat av 2007 års undersökningar	14
Resultat av 2009 års undersökningar	15
Grundvatten i Stockholm	15
Resultat.....	15
Nationellt screeningprogram 2007	16
Resultat - Aminer	16
Resultat - Silver	17
Resultat - Linjär alkylbensensulfonat (LAS)	17
Resultat - Myskämnen	17

SAMMANFATTNING AV RESULTAT FRÅN SCREENINGUNDERSÖKNINGARNA - ÄMNESGRUPPSVIS.....	18
Organiska miljögifter som analyserats, men inte detekterats.....	18
Organiska miljögifter som detekterats i grundvatten.....	18
Bekämpningsmedel.....	18
Klorerade alifater (lösningsmedel).....	21
Fenolära föreningar.....	21
Polycykliska aromatiska kolväten - PAH:er.....	21
VOC – flyktiga organiska substanser.....	23
Ftalater.....	23
Perfluorinerade syror.....	24
Silver.....	24
Aminer.....	24
LAS (linjär alkyl-bensen-sulfonat).....	25
Bensotriazoler.....	25
Läkemedelsrester.....	25
MTBE.....	25
Koffein.....	25
Sukralos.....	25
SLUTSATSER.....	25
REFERENSER.....	26

FÖRORD

SGU har fått i uppdrag av Naturvårdsverket att göra en sammanställning av de undersökningar av screeningkaraktär som gjorts för grundvatten i Sverige (Nr 219 0913, dnr 235-5807-09 Mm). Rapporten har sammanställts av Mats Aastrup, Lotta Lewin Pihlblad och Jenny McCarthy. Sammanställningar av inkommande data från länsstyrelser har gjorts av Liselotte Tunemar och Helena Whitlock.

SYFTE OCH BAKGRUND

Naturvårdsverkets screeningverksamhet är en del av miljöövervakningens Miljögiftprogram. Den inleddes i liten skala 1996-1997, men har efter hand ökat i omfattning. Screeningundersökningar är översiktliga inventeringar i syfte att mäta halter av nya miljögifter i olika naturtyper i takt med att de upptäcks och används i samhället. De screeningundersökningar som genomförts har oftast inte varit inriktade på grundvatten. Ibland har dock ett fåtal prover i grundvatten ingått i de ämnesspecifika screeningundersökningar, som främst varit inriktade på andra matriser.

Syftet med denna sammanställning är att få en uppsummering av vilka undersökningar av screeningkaraktär som hittills har utförts på grundvatten i Sverige och vilka resultat de har lett till för att göra informationen lättillgänglig för användare inom olika områden. Idag kan man tänka sig att avnämare främst finns bland dem som arbetar inom vattenförvaltningen och med de nationella och regionala miljömålen. Sammanställningen kan tjäna som underlag till bedömningsgrunder och peka på behov av nya riktade screeninginsatser av ämnen som analyserats och detekterats vid ett enstaka eller ett fåtal provtagningsplatser eller för att verifiera resultat som befinner sig vara diskutabla. Särskilt fokus i den här sammanställningen ligger på organiska miljögifter och ämnen som inte ingår i de ordinarie provtagningsprogrammen för grundvatten.

SCREENINGUNDERSÖKNINGAR

Tabell 1. Screeningundersökningar av miljögifter i grundvatten.

Undersökning	Utförare	År
Organiska miljögifter. Beställare Naturvårdsverket.	SGU	2003
Organiska miljögifter. Beställare Naturvårdsverket.	SGU	2006
Intercalibration of Fennoscandian reference monitoring of groundwater in Finland, Sweden and Norway (INFORM).	SYKE, Geologiska forskningscentralen (GTK, Finland), SGU, NGU, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	2006/07
FATE-GROWS. Beställare EC, Joint Research Centre (JRC), Institute for Environment and Sustainability (IES).	SGU (I Sverige)	2008
Nationellt screeningprogram 2007: Aminer. Beställare Naturvårdsverket.	IVL	2007
Nationellt screeningprogram 2007: LAS. Beställare Naturvårdsverket.	IVL	2007
Nationellt screeningprogram 2007: Silver. Beställare Naturvårdsverket.	IVL	2007
Screening of musk substances. Beställare Naturvårdsverket.	Sweco	2008
Regional övervakning: Naturvårdsverket och länsstyrelsen	Länsstyrelsen Skåne	
Regional övervakning: Naturvårdsverket och länsstyrelsen	Länsstyrelsen Värmland	
Regional övervakning: Naturvårdsverket och länsstyrelsen	Länsstyrelsen Östergötland	
Organiska miljögifter i grundvatten: Naturvårdsverket	Länsstyrelsen Dalarna	2008

De undersökningar som omfattas av denna sammanställning av screeningar av miljögifter i Sverige framgår av ovanstående tabell 1.

Nationell screening av organiska miljögifter SGU 2003

År 2003 utfördes på uppdrag av Naturvårdsverket den första screeningen i Sverige av organiska miljögifter. Syftet var att förutsättningslöst se i vilken omfattning dessa ämnen förekommer i grundvatten i områden som är opåverkade av lokala föroreningskällor.

Provtagningen genomfördes i 14 källor som ingick i dåvarande delprogrammet

Referensstationer grundvatten. Stationerna var geografiskt fördelade från Abisko i norr till Skåne i söder. De 33 prioriterade ämnena som finns listade i bilaga till ramdirektivet för vatten utgjorde grund för valet av ämnen. Analyserna omfattade 108 ämnen enligt tabell 2.

Tabell 2. Organiska miljögifter som analyserades inom ramen för screeningen av referensstationer 2003. Endast källor som ligger nära jordbruksmark analyserades på bekämpningsmedel. Ämnena som är markerade * ingår i den prioriterade listan och a är cancerogena PAH. DL = detektionsgräns angiven i ng/l. PCB 7 är inte medtagna (DL=10)

Grp/DL	Substans	Grp/DL	Substans	Grp/DL	Substans	Grp/DL	Substans
1	PBDE	30	simazin*	7	Klorbensener	1000	<i>di-isobutylftalat</i>
1	tetrabromdifenyleter	50	trifuralin*	10	monoklorbensen	1000	di-pentylftalat
2	pentabromdifenyleter	50	desetylatrazin	10	1,2-diklorbensen	1000	di-n-oktylftalat
1	hexabromdifenyleter	60	desisopropylatrazin	10	1,3-diklorbensen	1000	di-(2-
2	heptabromdifenyleter	60	BAM	10	1,4-diklorbensen	1000	butylbensylftalat
2	oktabromdifenyleter	60	cyanazin	10	1,2,3-triklorbensen*	1000	di-cyklohexylftalat
5	nonabromdifenyleter	80	dimetoat	10	1,2,4-triklorbensen*		
10	dekabromdifenyleter	60	etofumesat	10	1,3,5-triklorbensen*	10	Tennorganiska
		80	metamitron	10	1234-tetraklorbensen	1000	monobutyltenn
2	C10-13-kloralkaner	50	metazaklor	10	1245-tetraklorbensen	1000	dibutyltenn
1000		80	metribuzin	10	1235-tetraklorbensen	1000	tributyltenn*
3	Klorerade alifater	30	terbutylazin	10	pentaklorbensen*	1000	tertrabutyltenn
1000	diklormetan	60	triclosan	10	hexaklorbensen*	1000	monooktyltenn
1000	1,1-dikloreten					1000	dioktyltenn
1000	1,2-dikloreten*	6	Klorerade pesticider	8	PAH16 (EPA)	1000	tricyklohexyltenn
1000	trans-1,2-dikloreten	10	a-HCH*	10	naftalen*	1000	monofenyltenn
1000	cis-1,2-dikloreten	10	b-HCH*	10	acenaftilen	1000	difenyltenn
50	1,2-diklorpropan	10	lindan*	10	acenaften	1000	trifenyltenn
100	triklormetan	10	aldrin	10	fluoren		
100	tetraklormetan	10	dieldrin	10	fenantren	11	Pentaklorfenol*
100	1,1,1-trikloreten	10	endrin	10	antracen*	10	
500	1,1,2-trikloreten	10	isodrin	10	fluoranten*	12	Alkylerade fenoler
100	trikloreten	10	telodrin	10	pyren	100	4-nonylfenol*
100	tetrakloreten	10	heptaklor	10	bens(a)antracen*	100	4-t-butylfenol*
		10	cis-heptakloretepoxid	10	krysen*	10	4-t-oktylfenol*
4	BTEX	10	trans-	10	bens(b)fluoranten*		
200	bensen*	10	o,p'-DDT	10	bens(k)fluoranten*	13	Övrigt
200	toluen	10	p,p'-DDT	10	bens(a)pyren*		konduktivit
200	etylbenzen	10	o,p'-DDD	10	dibens(ah)antracen*		TOC
200	summa xylener	10	p,p'-DDD	10	benso(ghi)perylene*	200	glyfosat
		10	o,p'-DDE	10	indeno(123cd)pyren*	1000	PFOS
5	Pesticider	10	p,p'-DDE				
30	atrazin*	10	alfa-endosulfan*	9	Ftalater		
30	Klorfenvinfos*	10	hexaklorbutadien*	1000	dimetylftalat		
30	Klorpyrifos-metyl*	10	hexakloreten*	1000	dietylftalat		
60	Diuron*	10	alaklor*	1000	di-n-propylftalat		
60	Isoproturon*			1000	di-n-butylftalat		

Resultat

Bensen i halter över detektionsgränserna förekom vid 13 av de 14 stationerna, toluen vid två, summa xylener vid tre och di-isobutylftalat vid tre stationer. Bensen-, toluen- och

xylenhalterna var misstänkt höga och fel i analyserna misstänktes. Övriga substanser detekterades inte.

Nationell screening av organiska miljögifter SGU 2006

År 2006 genomfördes en ny landstäckande screeningundersökning. I denna ingick 18 stationer i referensnätet, varav 14 också ingick i 2003 års screening. Fyra stationer var helt nya och ingår sedan 2007 i det reviderade nationella delprogrammet för övervakning av grundvatten. I analysprogrammet ingick de substanser som visade tvivelaktiga resultat vid 2003 års screening, dvs. bensen, toluen och xylen för att kunna verifiera de tidigare resultaten. Urvalet av övriga ämnen denna gång byggde på ämnen som släpps ut i betydande mängd till luft inom landet och med beaktande av ämnens förutsättningar att tillföras grundvatten, dvs. deras kemiska och fysikaliska egenskaper. Några ämnen som kan vara långtransporterade gränsöverskridande valdes också ut. Vid upphandlingen av analystjänster lades stor vikt vid dokumenterad analyskvalitet vid låga detektionsgränser. Ett annat laboratorium än det som utförde analyserna 2003 anlätades. Urvalsprocessen av ämnen resulterade i att få ämnesgrupper valdes ut. Laboratoriet lade till ämnen inom grupperna och passade på att testa ytterligare några grupper, som polyklorerade bifenyler (PCB), vissa bekämpningsmedel, några polybromerade difenyletrar (PBDE) och enkla kolväten.

Tabell 3. Ämnen som ingick i screeningen av grundvatten 2006. DL=detekteringsgräns i ng/l

Grp/DL	Substans	Grp/DL	Substans	Grp/DL	Substans	Grp/DL	Substans
1	PBDE	1,0	1,2,4-trimetylbensen	0,02	antracen*	0,2	PCB 118
30	PBDE 470	1,0	1,2,5-trimetylbensen	0,20	fluoranten*	0,1	PCB 153
30	PBDE 1000	1,0	styren	0,20	pyren	0,1	PCB 138
30	PBDE 990			0,20	benso(a)antracen*	0,1	PCB 180
30	PBDE 850	4	Bekämpningsmedel	0,10	krysen*		
		0,08	α-HCH*	0,10	bensob)fluoranten*	8	Enkla kolväten m.m.
2	Klorerade alifater	0,20	β-HCH*	0,04	benso(k)fluoranten*	8,8	n-hexan
20	diklormetan	0,05	lindan*	0,08	bens(a)pyren*	0,9	n-heptan
20	1,2-dikloreten*	0,10	γ-klordan	0,10	dibenso(ah)antracen*	1,1	n-oktan
20	triklormetan	0,10	α-klordan	0,40	benso(ghi)perylene*	1,1	n-nonan
20	trikloreten	0,09	trans-nonaklor	0,60	indeno(123cd)pyren*	1,5	n-dekan
20	tetrakloreten	10	P,p-DDE, diklordifenylidikloretylen			3,0	3-metylpentan
		20	P,p-DDD, diklordifenylidikloreten	6	Fenolära föreningar	3,0	cyklohexan
3	VOC	20	P,p-DDT, diklordifenyltrikloreten	0,5	4-para-nonylfenol	3,0	isooktan
1,0	bensen*	10	HCB, hexaklorbensen	2	2-tert-butyl-4,6-dimetlyfenol	3,0	n-butylacetat
1,2	toluen			1	Pentaklorfenol*		
0,16	etylbenzen	5	PAH16 (EPA)				
0,40	m+p-xylen	0,40	naftalen*	7	PCB 7		
0,67	o-xylen	0,10	acenaften	0,2	PCB 28		
1,1	summa xylen	0,06	fluoren	0,2	PCB 52		
1,0	1,2,3-trimetylbensen	0,10	fenantren	0,2	PCB101		

Resultat

De ämnen som påträffades vid screeningundersökningen 2006 hörde till grupperna PAH:er, VOC, klorerade lösningsmedel och enkla kolväten. Inga utvalda ämnen ur grupperna pesticider, fenolära föreningar, PCB (polycykliska bifenyler) eller PBDE (polybromerade difenyletrar) påträffades.

De vanligaste ämnena hörde till gruppen *VOC*, där bensen (mv 3,6 ng/l), toluen (mv 21 ng/l), etylbensen (mv 2,0 ng/l) och xylener (mv 21 ng/l) återfanns i nästan alla provtagna källor. Av trimetylbensenerna var 1,3,5-varianten (mv 8,8 ng/l) den vanligast förekommande, men även 1,2,4-trimetylbensen förekom vid nästan hälften av stationerna. Styren detekterades i grundvattnet vid 5 stationer. *PAH*:er fanns i detekterbara halter från 14 av de 18 källorna. Var och en av de analyserade 15 *PAH*:erna återfanns vid minst 2 av provtagningsstationerna. Av dessa var benso(a)anthracene vanligast, följt av fluorene, pyren och chrysene.

Medelhalterna för de olika *PAH*:erna varierar mellan 0,14 och 15 ng/l. Fluoranten (15 ng/l) följt av pyren, chrysene, fenantren, benso(b)fluoranten och benso(a)anthracene hade de högsta medelkoncentrationerna, alla med medelhalter över 2 ng/l. Medelhalterna hade varit lägre om de höga halterna i prov från en station hade uteslutits p.g.a. högst trolig påverkan från ett kreosotimpregneringsverk. Halterna i vattnet från den källan överskred Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten. Samtliga analyserade *PAH*:er förekom i denna källa i halter som var ca 2 till 100 gånger högre än i de övriga källorna.

Kloroform eller triklormetan var vanligast förekommande av de *klorerade lösningsmedlen* och detekterades vid 10 stationer i halter från 21 ng/l till 160 ng/l med ett medelvärde av 39 ng/l. Diklormetan (mv 16 ng/l) återfanns vid 6 stationer medan trikloretin bara fanns vid en station i en halt av 35 ng/l.

Alla substanser i gruppen benämnd mättade kolväten förutom cyklohexan och n-butylacetat påträffades i prover från minst en station. N-heptan och n-oktan är de absolut vanligast förekommande inom denna grupp. Halterna för dessa ligger på en tämligen jämn nivå från gränsen för analyserna till 15 resp. 2,6 ng/l.

När det gäller bensen, toluen och summa xylener visade det sig att de tidigare (2003) analysresultaten var ca 150, 7 respektive 15 gånger högre än de som erhöles 2006. 2006 års screeningresultat ger en ny bild av dessa ämnens koncentrationer i sådana grundvatten, som bara påverkats av luftburet nedfall. Resultaten från 2006 visar att bensen, toluen och xylener förekommer diffust över hela landet i halter mellan ca 1 och 50 ng/l.

Intercalibration of Fennoscandian reference monitoring of groundwater in Finland, Sweden and Norway (INFORM), 2006-2007

Syftet med projektet var att skapa ett gemensamt miljöövervakningsnät med provtagningsstationer i Norden (Finland, Sverige och Norge) för att möta kraven i den gemensamma vattenpolitiken. 300 stationer ingår i det sammanlagda nätet. I syfte att skapa en Nordisk bild avseende koncentrationer av olika ämnen och i kalibreringssyfte provtogs 2006 ca 30 stationer per land för analys av fysikalisk-kemiska parametrar, oorganiska föreningar, isotoper och organiska föreningar (TOC, tri- och tetrakloretylen). I Sverige provtogs utvalda stationer ur nationella övervakningens referensnät och analyserades på samtliga parametrar (tabell 4). Dubbelprover togs vid varje station för analys vid varje lands ordinarie laboratorium samt vid ett annat nordiskt laboratorium, för jämförelse av analysresultaten. Undersökningen finansierades av Nordiska ministerrådet och involverade parter (Finlands miljöcentral (SYKE), Geologiska forskningscentralen (GTK, Finland), Sveriges geologiska undersökning (SGU), Norges geologiske undersøkelse (NGU) och Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)). Resultaten är ännu inte publicerade och enbart analysresultat från de svenska miljöövervakningsstationerna presenteras här.

Tabell 4. Undersökta parametrar i INFORM-projektet. DL = gräns för analysen angiven i ng/l

DL	Parameter	DL	Parameter	DL	Parameter	DL	Parameter	DL	Parameter
	Dis-O2	500	Al	5	Cs		P	1	U
	TOC	20	As	50	Cu	5	Pb	20	V
100	Triklöretylen	500	B		Fe	10	Rb	100	Zn
100	Tetrakloretylen	10	Ba		I		S		
0,06	Hg-tot	50	Be		K	10	Sb		
	Br	10	Bi	20	Li	500	Se		
	Cl		Br		Mg A		Si		
	F		Ca A	20	Mn	50	Sn		
	NO3	3	Cd	10	Mo		Sr		
	SO4	5	Co		Na A	2	Th		
2	Ag	100	Cr	20	Ni	1	Tl		

Resultat

Inga organiska föreningar påvisades i grundvatten från de svenska stationerna med undantag av grundvatten från en källa i Halland som hade en triklöretenhalt över detektionsgränsen (20 ng/l). Koncentrationen var 46 ng/l. Utöver standardanalyserna i programmet för nationella övervakningens trendanalyser analyserades ett antal kemiska ämnen, som inte tidigare analyserats i denna omfattning tidigare. Dessa analysresultat har därför bidragit till att förbättra kunskapen om koncentrationsnivåer av dessa ämnen i grundvatten under referensförhållanden i Sverige. Det rör sig om brom, silver, bor, barium, beryllium, vismut, cesium, litium, molybden, rubidium, antimon, selen, tenn, strontium, thorium, tallium och uran. Halterna av dessa är säkert i stor utsträckning betingade av berggrundens sammansättning och kan inte i denna betraktas som miljögifter även om flera har skadliga effekter över vissa koncentrationer.

FATE-GROWS 2008

Grundvattenprover togs i 6 svenska stationer inom ramen för det EU-täckande projektet FATE-GROWS som undersökt förekomsten av organiska miljögifter i europeiska yt- och grundvatten. Läkemedel, bekämpningsmedel och deras omvandlingsprodukter, PFA (perfluorinerade syror)-föreningar, bensotriazol, hormoner, alkylfenoler, koffein, dietyltoluamid (DEET) och triclosan analyserades. Totalt analyserades 59 parametrar i grundvattnet.

Arbetet leddes av Joint Research Centre (JRC), Institute for Environment and Sustainability (IES) och medlemsstaterna gjorde urvalet av stationer i respektive land. I Sverige utvaldes 4 stationer ur det nationella referensnätet av vilka två ligger i jordbruksbygd, en är, som det visat sig i tidigare screening, påverkad av kreosotimpregnering och en är svagt påverkad av vägsaltning. Förutom dessa valdes två provtagningsplatser ut för att representera tätortsmiljö. De har tidigare ingått i undersökningar av grundvattnets kvalitet i Stockholm. Stationen 23:8 kan med beaktande av den svaga vägpåverkan i övrigt betraktas som referensstation. Urvalet av provtagningsplatser framgår av tabell 5.

Tabell 5. Stationer i FATE-GROWS

Station	Geologi	Potentiell påverkan från
75:1	Isälvsand/gr	Jordbruk
21:9	Svallsand	Jordbruk
23:8	Isälvsand/gr	Infrastruktur/referens
17:11	Isälvsand	Industri/referens
16C251;4		Tätort
32B123;10		Tätort, industri

Resultat

En översikt av resultaten i FATE-GROWS screeningen ges i tabell 6 nedan.

De mest frekvent detekterade ämnena var följande med angivande av maximalt uppmätta halterna inom parentes: koffein 100 % (114 ng/l), DEET 83,3 % (22,8 ng/l), MCPA 83,3 % (2,5 ng/l), PFOS 67,3 % (134,5 ng/l), bensotriazol 67,3 % (39,9 ng/l), PFOA 67,3 % (38,9 ng/l), PFHpA 50 % (21,5 ng/l), PFHxS 50 % (12,0 ng/l), nonylfenol 33,3 % (1100 ng/l), NPE1C 33,3 % (448,6 ng/l), N,N-dimetylsulfamid 33,3 % (300 ng/l), metylbensotriazol 33,3 % (79,3 ng/l), nitrofenol 33,3 % (36,9 ng/l), PFDA 33,3 % (11,5 ng/l), desetylatrazin 33,3 % (7,1 ng/l), 2,4-dinitrofenol 33,3 % (3,3 ng/l), atrazin 33,3 % (1,6 ng/l), linuron 33,3 % (0,4 ng/l).

De ämnen som förekommit i de högsta halterna är sukralos (1800 ng/l), nonylfenol (1100 ng/l), NPE1C (448,6 ng/l), N,N-dimetylsulfamid (0,3 µg/l), PFOS (134,5 ng/l) och koffein (114 ng/l). De höga halterna av dessa ämnen förekommer alla i urbant område, framför allt i urbant industriområde. De är betydligt högre än i andra miljöer där de har detekterats.

Tabell 6. Organiska föreningar detekterade vid FATE-GROWS undersökningen av grundvatten i olika påverkansmiljöer. D betyder att de föreligger i koncentrationer över detektionsgränsen och 10 att koncentrationen är över 10 ng/l. DG = detektionsgräns i ng/l. 49 organiska ämnen analyserades på grundvatten från samtliga 6 stationer. Ytterligare 2 ämnen analyserades bara på grundvatten i urbant industriområde. Ett av dessa även vid en station i jordbruksmark. 10 ämnen har inte analyserats eller inte rapporterats till Sverige (PFBA, naproxen, propanil, fenarimol, gemfibrozil, PFHxA, metoxuron, karbaryl och molinat).

Ämne	DG	Jordbruksmark	Referens/infra	Referens/kreo	Urban	Urban/Industri
Sukralos	30					10
Nitrofenol	4,0		10		10	
2,4-Dinitrofenol	1,0		D	D		
Bentazon	0,4					D
2,4-D	0,1					
MCPA	0,1	D	D		D	D
Ketoprofen	1,0					
Mecoprop	0,2					10
Diklorprop	0,1					
2,4,5-T	0,2	D				
Ibuprofen	0,2					
Diklofenak	0,2					10
Triclosan	2,0					
PFBS, perfluorbutansulfonat	0,3	D				
PFHpA, perfluorheptansyra	0,4	D			10	D
PFOA, perfluoroktansyra	0,4	D	D		D	10
PFNA, perfluornonansyra	0,4					D
PFOS, perfluoroktansulfonat	0,4	D			D	10
PFDA, perfluordekansyra	0,4				D	10
PFHxS, perfluorhexansulfonat	0,4	D			D	10
Koffein	1,0	10	10	10	10	10
Bensotriazol	1,0	D			D	10
Metylbensotriazol	1,0	10				10
Desetyltrazin	0,4	D			D	
Desetyleter	0,4	10				
Sulfametoxazol	0,5					
Simazin	0,5					
Hexazinon	0,3					
Carbamazepin	0,5					10
Metabenziazuron	0,3					
Klortoluron	0,3				D	
Atrazin	0,4	D			D	
DEET, N,N- dietylmetatoluamid	0,4	D	D	D	10	D
Isoproturon	0,2					D
Diuron	0,3					D
Terbutylazin	0,3	D				
Linuron	0,3	D	D			
Propazin	0,3					
Alaklor	0,3					
Metolaklor	0,3					
Diazinon	0,3					
NPE1C, nonylfenoletoxylat	0,5				10	10
Nonylfenol	30				10	10
Bisfenol A	1,0			10		
Estron	1,0					
tert-OP	0,4					
Bensafibrat		-	-	-	-	D
PFUnA, perfluorundekansyra		-	-	-	-	D
N,N Dimetylsulfamid	50	10				10
kloridazonmetyldesfenyl	50					
Kloridazon-defenyl	50					10
<i>Antal detekt. ämnen</i>		17	7	4	15	24
<i>Varav > 10 ng/l</i>		4	2	2	6	15

N,N-dimetylsulfamid detekterades, förutom i urbant industriområde, i en station i ett jordbruksområde i en koncentration av 0,07 µg/l. N,N-dimetylsulfamid är en nedbrytningsprodukt av tolylfluamid, som är aktiv substans i växtskyddsmedlet EUparen M som används vid äppelodling. Den bör inte förekomma i råvatten som ozonbehandlas i vattenverk eftersom den då bildar cancerogena nitrosaminer. I övrigt förekom koffein (24 ng/l), metylbensotriazol (16 ng/l) och desetyleter (13,1 ng/l) i de högsta halterna i grundvatten från jordbruksområdenas stationer, dvs. i mycket låga halter.

I stationen (17:11) som tidigare visat sig vara påverkad av ett kreosotverk hittades bisfenol A (40,6 ng/l), som är en av de vanligaste industrikemikalierna som hittats i Europas grundvatten.

I referensstationen 23:8 föreligger koffein (82,7 ng/l) och nitrofenol (21 ng/l) i de högsta halterna.

Tabell 7. Ämnen återfunna över detektionsgränsen och som föreligger i halter över 10 ng/l i grundvatten i olika påverkansmiljöer.

Miljö	Ämnen över detektionsgräns	Ämnen över 10 ng/l
Alla		Koffein
Referens/infra	2,4-dinitrofenol, MCPA, PFOA, DEET, linuron	nitrofenol, koffein
Referens/kreo	2,4-dinitrofenol, DEET	koffein, bisfenolA
Jordbruksmark	MCPA, 2,4,5-T, PFBS, PFHpA, PFOA, PFOS, PFHxS, bensotriazol, desetylatrazin, artrazin, DEET, rebutylazin, linuron	koffein, metylbensotriazol, desetyleter, N,N-dimetylsulfamid
Urban	MCPA, PFOA, PFOS, PFDA, PFHxS, bensotriazol, desetylatrazin, klortoluron, atrazin	nitrofenol, PFHpA, koffein, DEET, NPE1C, nonylfenol
Urban/industri	bentazon, MCPA, PFHpA, PFNA, DEET, isotopuron, diuron, bensafibrat (end analyserat Urb/Ind), PFUnA (end analyserat Urb/Ind)	sukralos, mecoprop, diklofenak, PFOA, PFOS, PFDA, PFHxS, koffein, bensotriazol, metylbensotriazol, carbama, NPE1C, nonylfenol, N,N-dimetylsulfamid, klordazon-defenyl

Regional screening av organiska miljögifter i grundvatten i Dalarna

Länsstyrelsen i Dalarna har genom Midvatten AB:s försorg låtit provta grundvatten vid 23 lokaler i länet för analys av organiska miljögifter samt vid 7 lokaler även totalkviksilver. Vid samtliga lokaler har även fysikalisk-kemiska standardparametrar analyserats. Provtagningen genomfördes i december 2007. Provtagningsplatserna är lokaliserade till två isälvsavlagringar. I Badelundaåsen analyserades således vatten från 19 provtagningsplatser och i Grangårdeåsen från 4 provtagningsplatser. Kommunala vattentäkter, enskilda vattentäkter och brunnar har utnyttjats, liksom rör och en damm med ytvatten. Syftet med undersökningen har bl.a. varit att följa upp SGU:s screening 2006 i referensområden (se ovan). Projektet har därför valt att analysera samma parametrar som SGU valde och att för analyserna utnyttja samma laboratorium. Man har också låtit urbant påverkade grundvatten ingå i screeningsstudien.

Tabell 8. Organiska ämnen analyserade i Länsstyrelsen i Dalarnas screening 2007. De är skuggmarkerade. DL = detektionsgräns i ng/l. Asterix anger ämnen som ingår i listan över prioriterade ämnen enligt ramdirektivet för vatten.

Grp/DL	Substans	Grp/DL	Substans	Grp/DL	Substans	Grp/DL	Substans
1	PBDE	1,0	1,2,4-trimetylbensen	0,02	antracen*	2	PCB 1180
30	PBDE 470	1,0	1,2,5-trimetylbensen	0,20	fluoranten*	0,1	PCB 153
30	PBDE 1000	1,0	styren	0,20	pyren	0,1	PCB 138
30	PBDE 990			0,20	benso(a)antracen*	0,1	PCB 180
30	PBDE 850	4	Bekämpningsmedel	0,10	krysen*		
		0,08	α -HCH*	0,10	bensob)fluoranten*	8	Enkla kolväten m.m.
2	Klorerade alifater	0,20	β -HCH*	0,04	benso(k)fluoranten*	8,8	n-hexan
20	diklormetan	0,05	lindan*	0,08	bens(a)pyren*	0,9	n-heptan
20	1,2-dikloreten*	0,10	γ -klordan	0,10	dibenso(ah)antracen*	1,1	n-oktan
20	triklormetan	0,10	α -klordan	0,40	benso(ghi)perylene*	1,1	n-nonan
20	trikloreten	0,09	trans-nonaklor	0,60	indeno(123cd)pyren*	1,5	n-dekan
20	tetrakloreten	10	P,p-DDE			3,0	3-metylpentan
		20	P,p-DDD	6	Fenolära föreningar	3,0	cyklohexan
3	VOC	20	P,p-DDT	0,5	4-para-nonylfenol	3,0	isooktan
1,0	bensen*	10	HCB	2	2-tert-butyl-4,6-dimetlifenol	3,0	n-butylacetat
1,2	toluen			1	Pentaklorfenol*		
0,16	etylbenzen	5	PAH				
0,40	m+p-xylen	0,40	naftalen*	7	PCB 7		
0,67	o-xylen	0,10	acenaften	0,2	PCB 28		
1,1	summa xylener	0,06	fluoren	0,2	PCB 52		
1,0	1,2,3-trimetylbensen	0,10	fenantren	0,2	PCB101		

Resultat

Liksom i SGU:s screening 2006 fanns inga detekterbara halter av de utvalda bekämpningsmedlen eller fenolära ämnen. Däremot detekterades ämnen ur grupperna VOC, klorerade lösningsmedel (alifater) och PAH:er. Bland VOC-ämnena förekom toluen, etylbenzen och xylener mest frekvent. Bensen detekterades i 13 av de 23 provtagningsplatserna, vilket är en mindre andel än i SGU-screeningen. Däremot detekterades styren och trimetylbensener (TMB) nästan inte alls. Den variant, 1,3,5-TMB, som var mest frekvent i SGU-screeningen detekterades inte alls och de andra varianterna 1,2,4-TMB och 1,2,3-TMB bara vid en provtagningsplats vardera. PAH:er detekterades vid 17 av de 23 provtagningsplatserna jämfört med 14 av 18 vid SGU:s undersökning, vilket i stort sett är lika stor andel. Där slutar likheterna. Det är helt andra PAH:er som är mest frekvent detekterade. Här är fluoren

(15 provtagningsplatser) följt av naftalen (13) och fenantren (11) de vanligast förekommande i detekterbara halter. Fluoren är i och för sig näst vanligast förekommande i SGU-undersökningen, men den vanligast förekommande, benso(a) antracene, detekterades bara vid en av provtagningsplatserna i Dalarna.

Tri- och tetrakloreten detekterades vid 5 lokaler, medan trikloreten endast detekterades vid en provtagningsplats i SGU-screeningen. Tri- och tetrakloretenhalterna var så pass höga vid två av lokalerna att de låg utanför koncentrationsspännet för analysen. Kloroform och 1,2-dikloreten detekterades vid två respektive en lokal, medan diklormetan inte detekterades alls. Kloroform var den vanligast förekommande av de klorerade lösningsmedlen vid SGU-screeningen.

Övervakning av enskilda brunnar i Värmlands län – Resultat av vattenkemisk provtagning under åren 2003–2005

Länsstyrelsen i Värmland har under tre års tid undersökt enskilda vattentäkter för att få en bild av grundvattnets kvalitet utöver den som analyseras från de större allmänna vattentäkterna. Påverkan av mänskliga verksamheter har styrt valet av brunnar. 2003 analyserades vatten från brunnar i område med gruvdrift och 2004-2005 brunnar i en aktiv jordbruksbygd. I gruvområden provtogs 9 brunnar och i vardera två jordbruksområden 10 brunnar. I området som provtogs 2004 var nio av brunnarna bergborrade och en grävd, medan fördelningen var jämn mellan bergborrade och grävda brunnar i området, som provtogs 2005. Provtagningen utfördes av personal från kommunerna.

Vid 9 stationer analyserades 2003 brunnsvattnen med avseende på PAH:er, ftalaterna di-(2-etylhexyl)ftalat, dietylftalat, dimetylftalat, di-n-butylftalat och di-n-oktylftalat samt VOC48.

Resultat av 2003 års undersökning

VOC48 påvisades inte vid någon provtagningsplats. Däremot detekterades di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP) vid 4 av de 9 lokalerna med en maxhalt av 3,4 µg/l (DL=100 ng/l) och di-n-butylftalat i en av dessa lokaler. I en av bergsbrunnarna detekterades åtta PAH:er (DL=100 ng/l), nämligen benso(a)antracen (0,37 µg/l), bens(a)pyren(0,58 µg/l), benso(b,k)fluoranten (1,1 µg/l), benso(g,i,h)perylen (0,35 µg/l), fluoranten (0,8 µg/l), indeno(1,2,3-cd)pyren(0,41 µg/l), krysen (0,27 µg/l) och pyren (0,68 µg/l). Vid två av lokalerna analyserades ytterligare ett mycket stort antal organiska ämnen såsom klorfenylureor, klorerade alifater, klor- och metylbensener, bromerade och klorerade fenyletrar, bekämpningsmedel, klorfenoler, BTEX och PCB. Gränserna för analyserna var relativt höga (100 och 1000 ng/l) och ingen av substanserna förelåg i halter över detektionsgränsen förutom bis(2-etylhexyl)ftalat i två bergborrade brunnar (3,4 resp. 1,2 µg/l).

Resultat av 2004 och 2005 års undersökningar

Vid 2004 och 2005 års provtagningar av 14 bergborror och 6 grävda brunnar i jordbruksområden koncentrerades analyserna till bekämpningsmedel (DL=10 ng/l). Bentazon detekterades i 2 bergborror, medan BAM och terbutylazin detekterades i en. BAM hittades i 2 grävda brunnar medan atrazin, desetyltrazin, desisopropyltrazin, bentazon, terbutylazin, glyfosat och dess nedbrytningsprodukt AMPA hittades i en grävd brunn. I en och samma grävda brunn fanns atrazin, desetyltrazin, desisopropyltrazin, BAM och terbutylazin i halter som alla översteg 0,1 µg/l och i en bergborra översteg BAM och bentazon denna tjänlighetsgräns för dricksvatten.

Brunnsinventering i Värmlands län 2007

Under augusti och september 2007 utfördes undersökningar av 5 brunnar i vardera 2 kommuner. 4-nonylfenol och triclosan analyserades på prover från samtliga brunnar, medan ett antal läkemedel och hormoner analyserades på vatten från 4 brunnar, två i vardera kommunen. SGU har fått ta del av analysresultaten. De ingående läkemedlen och hormonerna var diklofenak, etinylöstradiol, ibuprofen, ketoprofen, naproxen, norestisteron, östradiol och östriol.

Resultat av 2007 års undersökning

4-nonylfenol (DL 50 ng/l) återfanns i en brunn i en halt av 66 ng/l. Triclosan (100 ng/l) förekom inte i detekterbara halter i någon av brunnarna, inte heller hormoner. Läkemedelsrester återfanns i alla brunnar där dessa analyserades. Således fanns ibuprofen i alla fyra brunnar med en maxhalt av 4,5 ng/l, ketoprofen i tre brunnar (max 2,5 ng/l). Diklofenak och naproxen fanns i vardera ett brunnsvatten i halterna 1 och 0,2 ng/l. Olika detektionsgränser för analyserna tillämpades i de två kommunerna. Det är därför naturligtvis inte omöjligt att ketoprofen, diklofenak och naproxen kunnat detekteras i ytterligare någon brunn om de lägre detektionsgränserna för analyserna tillämpats i båda kommunerna.

Brunnsinventering i Östergötlands län

Under hösten 2004 och våren 2005 provtog Länsstyrelsen i Östergötlands län 45 brunnar i jordbruksområden. Områdena valdes ut med ledning av resultaten av belastningsmodellen TRK. Elva stickprovsmässigt utvalda brunnars vatten analyserades på bekämpningsmedel.

Resultat

I tre grävda brunnar detekterades bekämpningsmedel i halter vars summa överstiger 0,5 µg/l. BAM förekom i alla tre i halter över 0,5 µg/l. Den högsta halten var 0,93 µg/l. En av brunnarnas grundvatten hade också glyfosat och AMPA i halter över 0,1 µg/l.

Grundvattenkvalitet i Skåne län 2007-2009

Under senhösten 2007 genomförde länsstyrelsen i Skåne län en undersökning av grundvattnets kvalitet genom analys av råvatten i 121 dricksvattentäkter i jord och berg i Skåne med hjälp av 28 kommuner. De 121 vattentäkterna representerar 62 avgränsade grundvattenförekomster. 66 brunnar nyttjade vatten från bergmagasin och 55 vatten från magasin i jord. Brunnarna var klassade efter geologi, djup och markanvändning. Analyserna omfattade de fysikalisk-kemiska parametrar för vilka riktvärden för grundvatten (tröskelvärden) bör sättas enligt EU-direktiv (2006/118/EG) om skydd av grundvatten mot föroreningar och försämring. Bland dessa parametrar ingår tri- och tetrakloreten. Analys av 33 bekämpningsmedel (DL=10 ng/l) utfördes på grundvatten från alla vattentäkterna, medan tri- och tetrakloreten (DL=1000 ng/l) analyserades på prov från 11 platser.

Länsstyrelsen i Skåne genomförde 2009 en kompletterande analys av råvatten i 38 vattentäkter, som avses ingå i ett övervakningsnät enligt vattenförvaltningsförordningen. Hälften av vattentäkterna tar sitt vatten ur grundvattenmagasin i jord och hälften ur bergmagasin. De flesta tar sitt vatten ur grundvattenförekomster som har bedömts vara i riskzonen att inte nå god grundvattenkemisk status till 2015. Samma analysuppsättning tillämpades som vid tidigare undersökningar. Bekämpningsmedel analyserades således på vatten från 34 av provtagningsplatserna och tri- och tetrakloreten vid 7.

Resultat av 2007 års undersökningar

I två av proverna från elva provtagningsplatser detekterades tetrakloreten i halter som sammanfaller med detektionsgränsen. I grundvattnet från en av dessa var 1,1,2-trikloretenhalten 4 µg/l.

Femton av de 33 bekämpningsmedelssubstanserna hittades i grundvatten från 34 provtagningspunkter. I nio av dessa låg halterna i nivå med eller överskred 0,1 µg/l, medan endast en överskred 0,5 µg/l för summan av bekämpningsmedelshalterna. Fyndfrekvensen av de enskilda substanserna framgår av tabell 9.

Tabell 9. Fynd av bekämpningsmedel som detekterades vid 2007 års grundvattenundersökning i Skåne.

Substans	Totalt antal fynd	Antal fynd jordmagasin	Antal fynd bergmagasin	Maxhalt µg/l
BAM	22	11	12*	0,4
Bentazon	11	4	7	0,17
Desetylatrazin	11	7	4	0,13
Atrazin	9	6	3	0,28
Etofumesat	4	0	4	0,02
Desetyldesisopropylatrazin	3	3	0	0,04
2-hydroxy-atrazin	2	2	0	0,24
Desisopropylatrazin	2	2	0	0,13
AMPA	1	1	0	0,03
Etylentiourea (ETU)	1	0	1	0,02
Glyfosat	1	1	0	0,04
Isoproturon	1	0	1	0,11
Kvinmerak	1	1	0	0,12
Mekoprop	1	0	1	0,04
Metazaklor	1	1	0	0,15

Resultat av 2009 års undersökningar

Tri- och tetrakloreten fanns inte i någon provtagningsplats (DL 1000 ng/l). Bekämpningsmedel detekterades (DL 10 ng/l) i 15 av de 34 vattentäkterna. I tre av dessa i halter över 0,1 µg/l. Det gäller BAM (max 0,56 µg/l), bentazon (max 0,27 µg/l) och desetyltrazin (max 0,12 µg/l). BAM detekterades i 12 vattentäkter, atrazin och bentazon i 3, desetyltrazin och terbutyl i 2 vardera samt AMPA, desisopropyltrazin, desetyldesisopropyltrazin, diuron och simazin i en vardera. Det var bara bentazon som förekom i halter över 0,1 µg/l förutom de substanser som ingått i ogräsbekämpningsmedlet Totex strö, dvs. BAM, atrazin och desetyltrazin. Bentazonkoncentrationen översteg 0,1 µg/l endast i en brunn.

Grundvatten i Stockholm

Under vintern 2003-2004 och hösten 2004 har Sweco VIAK AB på uppdrag av Miljöförvaltningen i Stockholm provtagit grundvatten i 35 områden. Proverna är tagna i smala grundvattentrör, som har etablerats för mätningar av grundvattennivåer. Undersökningen är en uppföljning av en undersökning som SGU gjorde 1997 i ett större antal rör. Stockholms grundvatten har en kraftig urban påverkan. Tydligast är förhöjda tungmetallhalter.

Vid 2003-2004 års undersökning ingick följande organiska miljögifter: PAH:er (redovisningsgräns (RG) 100 ng/l), PCB 7 (RG 3 ng/l), nonyl- och oktylfenol (RG 10 000 ng/l), MTBE (RG 5 000 ng/l), di-(etylhexyl)ftalat (RG 1 000 ng/l), bekämpningsmedelsubstanserna klorfenvinfos (RG 20 ng/l), atrazin, cyanazin, desetyltrazin, desisopropyltrazin, simazin, terbutyltrazin (alla RG 50 ng/l), glyfosat och AMPA (RG 100 ng/l).

Resultat

Inga PCB:er detekterades, vilket är i överensstämmelse med resultat från tidigare SGU-undersökning av grundvattnets kvalitet i Stockholm och för övrigt även alla hittills genomförda undersökningar av grundvatten.

Tio av de sexton analyserade PAH:erna detekterades i fem av nitton provtagningsplatser. Provtagningsröret i Ulvsunda, som också utnyttjades för provtagning inom FATE-GROWS-projektet (se ovan), gav vatten med detekterbara halter av nio av de tio totalt detekterade PAH:erna. Bens(a)pyren detekterades inte här, men väl vid två andra provtagningsställen i halter som sammanfaller med rapporteringsgränsen. Substanser som förelåg i de högsta halterna i Ulvsunda var acenaften (17 µg/l), fluoranten (2,8 µg/l), fluoren (1,7 µg/l) och pyren (1,3 µg/l).

MTBE (metyl-tert-butyleter) detekterades (15 µg/l) i ett av 8 områden som analyserades.

Enligt rapporten förekommer nonyl- och oktylfenol i halter mellan 10-20 µg/l vid en station, men det framgår inte klart i rapportens resultattabell.

DEHP (di-(etylhexyl)ftalat) har detekterats i alla 17 stationer där det har analyserats med en spännvidd från 0,046-180 µg/l. Man uttrycker misstankar om att kontaminering kan förekomma i provtagningskedjan, trots försiktighetsmått. Det föreslås därför i rapporten att en separat studie av DEHP bör göras.

Inga bekämpningsmedel har detekterats. Rapporten anger att desisopropylatrazin har detekterats i ett område, men resultattabellen bekräftar inte detta.

Nationellt screeningprogram 2007

På uppdrag av Naturvårdsverket har IVL och Norsk Institutt for luftforskning (NILU) utfört screeningundersökningar av ett antal industriellt relevanta aminföreningar, silver och LAS (linjär alkylbensensulfonat) bl. a. i grundvatten från fyra stationer i det nationella miljöövervakningsprogrammet för grundvatten (se tabell 10). Undersökningarna av aminer och silver utfördes av IVL och NILU, medan LAS-undersökningen utfördes av IVL. Provtagning av myskämnen i grundvatten har utförts i sammanlagt 4 provplatser inom ramen för "Screening of musk substances" av SWECO Environment AB på uppdrag av Naturvårdsverket.

Tabell 10. Grundvattenstationer som provtogs inom det nationella screeningprogrammet 2007.

Provtagningsstation	Akviferens geologi	Undersökt ämne
SGU stn 10007:1 Lerum	Isälvsand/grus	Aminer, silver, LAS
SGU stn 17:10 Hallsberg	Isälvsand/grus	Aminer, silver, LAS
SGU stn 42:13 Arjeplog	Morän	Aminer, LAS
SGU stn 84:1 Vimmerby	Morän	Aminer, silver, LAS
Grundvattenrör 0701, 0703, 0706		Myskämnen

Resultat – Aminer

I screeningundersökningen av aminföreningar 2007 (tabell 11) provtogs grundvatten i fyra stationer. Ett prov i morängrundvatten innehöll 4 ng/l dicyklohexylamin (DCHA) (SGU Stn 42:13 Arjeplog). Halter av pentaetylenhexamin (PEHA) kunde detekteras i tre prover (medianvärde 34 ng/l), men resultatet har ifrågasatts av utföraren pga. av att molekylerna är reaktiva och inte borde förekomma i grundvatten. Övriga aminföreningar återfanns inte. Samtliga undersökta aminföreningar har kunnat knytas till biltrafik, vägar och trafikrelaterade material (Woldegiorgis et al., 2007).

Tabell 11. Undersökta aminföreningar

Ämne	CAS-nummer
Pentaetylenhexamin (PEHA)	4067-16-7
Dicyklohexylamin, DCHA,	101-83-7
N-cyklohexyl-2-bensotiazolamin (NCBA)	28291-75-0
4-isopropyldifenylamin (IPPD)	101-72-4
Difenylamin (DPA)	122-39-4

Det kan påpekas att det i vatten från stn 42:13 Arjeplog också vid SGU:s screening 2006 förelåg xylener i relativt höga halter som skulle kunna relateras till biltrafik. I Arjeplog har testverksamhet för bilar i kallt klimat pågått sedan 1970-talet.

Resultat – Silver

I screeningundersökningen avseende silver 2007 var syftet att belysa viktiga transportvägar i vattenmiljön samt förekomst i fiskmuskel (Svenson et al., 2008). Silver förekommer i metallisk form, inom industri (t.ex. elektriska ledare, fotografi), i konsumentprodukter mm. För att erhålla bakgrundsvärden provtogs grundvatten i tre stationer (SGU stn 84:1, 17:10, 10007:1). Silverhalterna visade sig ligga mellan 5 och 7 ng/l. Silveranalyser av grundvatten från 31 stationer inom ramen för INFORM-projektet (se ovan) visar på en medianhalt på 9 ng/l och halterna vid sex stationer som analyserades i FATE-GROWS-projektet (se ovan) varierade mellan 0 och 28 ng/l.

Resultat – Linjär alkylbensensulfonat (LAS)

LAS används i tvätt- och diskmedel och som tillsats i smörjmedel, och består av raka kolkedjor med 10 till 14 kolatomer som binder en bensenring (Kaj et al., 2008). I undersökningen provtogs 4 grundvattenstationer och LAS (summa C10-C14LAS) hittades på en plats i morängrundvatten (0,31 µg/l SGU stn 84:1 Vimmerby).

Resultat – Myskämmen

Myskämmen är benämningen på en rad artificiellt framställda ämnen med likartade doftegenskaper (Törneman, 2008). I det nationella screeningprogrammet 2007 togs fyra grundvattenprover, tre i bostadsområden och ett i industriområde. Inga myskämmen påvisades i grundvatten. I undersökningen kunde de dock påvisas i inkommande vatten, slam, och utgående vatten från avloppsreningsverk, samt i ytvatten och sediment nedströms reningsverk.

SAMMANFATTNING AV RESULTAT FRÅN SCREENINGUNDERSÖKNINGARNA – ÄMNESGRUPPSVIS

Organiska miljögifter som analyserats, men inte detekterats

Polybromerade difenyletrar (PBDE) har bara analyserats vid de två nationella screeningar av grundvatten under referensförhållanden som utförts av SGU. Vid detektionsgränserna (DL) mellan 1 och 30 ng/l har inga polybromerade difenyletrar detekterats. Polyklorerade bifenyler (PCB) (DL 3 ng/l) har heller inte detekterats vare sig under referensförhållanden eller i grundvatten som potentiellt skulle kunna vara påverkade, bl.a. i urbana miljöer. C10-13 kloralkaner har bara analyserats vid en screening (DL 1000 ng/l) i grundvatten under referensförhållanden utan att återfinnas.

Organiska miljögifter som detekterats i grundvatten

Bekämpningsmedel är den heterogena grupp av organiska föreningar som har ingått i de flesta av de genomgångna undersökningarna av screeningskaraktär, åtta av elva. I fyra av dessa har bekämpningsmedel detekterats. Klorerade alifater (lösningsmedel) och fenolära föreningar har ingått i sex undersökningar och detekterats i fyra respektive en eller möjligtvis två undersökningar (analysresultaten är något oklart angivna i *Miljöförvaltningen i Stockholm stad, 2004*). PAH:er har analyserats vid fem undersökningar och återfunnits i alla utom en undersökning. Vid den första screeningen som utfördes av SGU detekterades inga PAH:er (DL 10 ng/l), men väl vid den andra, där lägre gränser för analyserna (0,06–0,6 ng/l) innebar att PAH:er detekterades vid provtagningsplatser där de inte återfunnits tidigare. VOC-ämnen har detekterats i tre av fyra undersökningar. Ftalater har analyserats vid tre undersökningar och återfunnits i två. Perfluorinerade syror har analyserats vid två screeningar och detekterats vid en. DL var avsevärt lägre (0,4 ng/l) i undersökningen där de detekterades (0,4 ng/l) än i den där de inte detekterades (1000 ng/l). Läkemedelsrester har detekterats i två undersökningar. Övriga ämnen eller grupper av ämnen som har detekterats vid i någon enstaka undersökning är enkla kolväten vid SGU:s screening 2006 och bensotriazol, sukralos och koffein i FATE-GROWS projektet.

Bekämpningsmedel

Bekämpningsmedel har inte detekterades i referensstationer vid de nationella screeningarna 2003 och 2006. Under den andra screeningen analyserades enbart sådana som internationellt har visat sig kunna luftspridas långa sträckor. De detekterades inte heller vid screeningen i Dalarna av två åsavsnitt i områden med urbant påverkanstryck. Vid låga detektionsgränser har MCPA (0,1 ng/l), DEET (0,4 ng/l) och linuron (0,3 ng/l) funnits vid en av miljöövervakningens referensstationer. Området är känt för sin myggplåga. Det är kanske därför inte så anmärkningsvärt att DEET (dietyltoluamid) detekterades.

Tabell 12. Olika undersökningars analysammansättningar. Röd punkt anger att något eller några ämnen inom gruppen har detekterats

Ämnesgrupp	SGU 2003	SGU 2006	INFORM	FATE-GROWS	Dalarna	Värmland	Öster-götland	Skåne	Sthlm 2004	IVL 2007	SWECO VIAK 08
PBDE	•	•									
Klorerade alifater	•	•	•		•	•		•			
VOC	•	•			•	•					
Bekämpningsmedel	•	•		•	•	•	•	•	•		
PAH	•	•			•	•			•		
C10-13 kloralkaner	•										
PCB		•				•			•		
Fenolära föreningar	•	•		•	•	•			•?		
Enkla kolväten		•									
Ftalater	•					•			•		
klorfenylureor						•					
Perfluorinerade syror	•			•							
Bensotriazolier				•							
Läkemedelsrester				•		•					
Hormoner				•							
Sukralos (klorcarbon)				•							
Koffein (xanthin alkaloid)				•							
Ag			•	•		•				•	
Aminer						•				•	
LAS (linjär alkyl-bensen-sulfonat)										•	
Myskämmen											•
MTBE (Methyl tert-butyl ether)									•		

I urbana screeningen 2004 detekterades inga triaziner med nedbrytningsprodukter, vilket även gjordes vid den tidigare undersökning 1997, som omfattade ett större antal provtagningsplatser. Vid den Europeiska screeningen FATE-GROWS detekterades vid mycket låga detektionsgränser (0,1-1,0 ng/l) ett stort antal substanser vid två provtagningsplatser i urban miljö. Således förelåg Mecoprop, Carbamazepin, DEET, N,N-dimetylsulfamid och kloridazon-defenyl i halter över 10 ng/l, medan bentazon, MCPA, desethylatrazin, klortoluron, atrazin, och isoproturon överskred detektionsgränserna.

De regionala undersökningarna innefattade i stor utsträckning jordbruksmark. FATE-GROWS undersökningen innefattade också två referensstationer med lätt jordbrukspåverkan. En stor andel av de regionala undersökningarnas provtagningsplatser utgörs av vattentäkter med vattenskyddsområden. Skyddet borde innebära att färre bekämpningsmedelsrester

detekteras i grundvattnet som utnyttjas av allmänna vattentäkter än då provtagningsplatserna saknar skydd för grundvattnet.

Fördelningen av antalet detekterade substanser vid de regionala undersökningarna framgår av tabell 13.

Tabell 13. Fördelningen av fynd av bekämpningsmedel och nedbrytningssubstanser i tre regionala undersökningar av grundvatten i Värmlands, Östergötlands och Skåne län.

Substans	Antal fynd jord	Antal fynd berg	Totalt antal	% jord	% berg	% totalt
BAM (2,6-diklorbensamid)	21	19	40	18	17	35
Bentazon	7	10	17	6	9	15
Desetylatrazin	10	4	14	9	3	12
Atrazin	9	4	13	8	3	11
Terbutylazin	2	2	4	1,75	1,75	3,5
Desisopropylatrazin	4	0	4	3,5	0	3,5
Desetylisopropylatrazin	4	0	4	3,5	0	3,5
Etofumesat	0	4	4	0	3,5	3,5
Glyfosat	3	0	3	2,6	0	2,6
AMPA	3	0	3	2,6	0	2,6
2-hydroxy-atrazin	2	0	2	1,7	0	1,7
Diuron	0	1	1	0	0,9	0,9
Etylentiourea (ETU)	0	1	1	0	0,9	0,9
Isoproturon	0	1	1	0	0,9	0,9
Kvinmerak	1	0	1	0,9	0	0,9
Mekoprop	0	1	1	0	0,9	0,9
Metazaklor	1	0	1	0,9	0	0,9
Simazin	1	0	1	0,9	0	0,9
Summa fynd	68	47	115	59	41	

Substanser och nedbrytningsprodukterna av totalbekämpningsmedlet Totex strö, som förbjöds 1989 dominerar helt fynden av bekämpningsmedelsrester. Sjuttiosju av totalt 115 fynd, dvs. 67 % av fynden, var av denna kategori. Av dessa var BAM, nedbrytningsprodukt av diklobenil, helt dominerande. Det förekom ungefär lika ofta i berggrundvattnet som i jordgrundvattnet. Atrazin som tillsammans med diklobenil var de aktiva substanserna i Totex strö, förekom såväl i jord- som berggrundvatten, men oftare i jordgrundvattnet, liksom nedbrytningsprodukten desetylatrazin, som återfanns minst lika frekvent som atrazin. De övriga nedbrytningsprodukterna desisopropylatrazin, desetylisopropylatrazin och 2-hydroxy-atrazin återfanns bara i jordgrundvatten.

Av de modernare bekämpningsmedlen dominerar bentazon helt. Den återfinns i både jord- och berggrundvatten. Terbutylazin, etofumesat, glyfosat och nedbrytningsprodukten AMPA har detekterats mer än 1 gång, terbutylazin lika ofta i berg- som jordgrundvatten, medan etofumesat bara har detekterats i berggrundvatten och glyfosat och AMPA enbart i jordgrundvatten.

BAM, atrazin, desisopropylatrazin, 2-hydroxy-atrazin, bentazon, terbutylazin, glyfosat, AMPA, kvinmerak och metazaklor har alla i någon eller några brunnar överskridit tjänlighetsgränsen 0,1 µg/l för dricksvatten.

Klorerade alifater (lösningsmedel)

Klorerade alifater har analyserats vid sex undersökningar och detekterats i fyra av dem. I SGU:s första screeningundersökning och i Värmlands undersökning var detektionsgränserna relativt höga och inga klorerade alifater detekterades.

I referensmiljö är kloroform det vanligast förekommande klorerade lösningsmedlet och har detekterats vid 10 provtagningsplatser (mv 39 ng/l, max 160 ng/l). Diklormetan är näst vanligast förekommande och detekterat vid 6 platser (mv 16 ng/l). Trikloretten har bara detekterats vid två provtagningsplatser (35 resp. 46 ng/l). Tetrakloretten, som tillsammans med trikloretten är ämnen som EU:s medlemsländer bör sätta s.k. tröskelvärden för, har inte detekterats i referensmiljö.

De regionala undersökningarna har utförts i miljöer som skulle kunna betecknas ha blandad normal påverkan. Vid de undersökningarna har tetrakloretten detekterats vid 7 provtagningsplatser. Den högsta uppmätta halten i Skåne var 1000 ng/l och sammanföll med detektionsgränsen vid den undersökningen. I Dalarna som hade en betydligt lägre detektionsgräns (0,6 ng/l) översteg den högsta halten övre gränsen för analysmetoden (20 ng/l). Trikloretten detekterades vid 6 platser varav 1 i Skåne i så hög koncentration som 4 µg/l. Kloroform och 1,2-dikloretten, som bara analyserades i Dalarna återfanns vid 2 respektive 1 provtagningsplats. Det är svårt att få en samlad bild av förekomsten av de olika substanserna när så olika detektionsgränser tillämpats.

Fenolära föreningar

Fenolära föreningar har analyserats vid sex olika screeningar, men har bara med säkerhet kunnat detekteras vid FATE-GROWS screeningen där analysmetoder med låga detektionsgränser har tillämpats.

I ren referensmiljö har såväl nitrofenol som 2,4-dinitrofenol detekterats. Vid den referensstation som visade sig vara påverkad av en kreosotanläggning detekterades förutom 2,4-dinitrofenol även bisfenol A.

Vid de provtagningsplatserna som ligger i jordbruksområden fanns inga fenolära föreningar.

I urban miljö detekterades nitrofenol, NPE1C (nonylfenoletoxylat) och nonylfenol. Alla i halter som översteg 10 ng/l.

Polycykliska aromatiska kolväten – PAH:er

PAH:er detekterades vid fyra av de fem undersökningarna. Detektionsgränserna för analyserna har legat på olika nivåer, vilket gör att fyndfrekvenserna i de olika undersökningarna inte är jämförbara. SGU:s screening 2006 och Dalarnas screening hade detektionsgränser som låg

mellan 0,06 och 0,6 ng/l, SGU:s screening 2003 hade 10 ng/l, Värmland 20 och 100 ng/l och Stockholm hade 100 ng/l. Vid SGU:s första screening detekterades inga PAH:er.

I referensmiljöer detekterades minst en av de analyserade PAH:erna vid 14 av de ingående 18 stationerna. Om man bortser från den station som visade sig vara påverkad av en kreosotanläggning, så låg inga medelhalter över 0,4 ng/l.

Vid screeningen i Dalarna som också omfattade urban miljö detekterades PAH:er (DL 0,06-0,6 ng/l) vid 17 av de 23 provtagningsställena. Halterna var genomgående något högre än i referensmiljö. Naftalen, som var den mest frekvent detekterade, hade ett medelvärde på 0,96 ng/l (max 2,7 ng/l).

I en bergborrad brunn i ett område i Värmland detekterades åtta PAH:er (DL 100 ng/l) i halter som överskrider Livsmedelsverkets gränsvärde för PAH i dricksvatten. De var benso(a)antracen (370 ng/l), bens(a)pyren(580 ng/l), benso(b,k)fluoranten (1100 ng/l), benso(g,i,h)perylene (350 ng/l), fluoranten (800 ng/l), indeno(1,2,3-cd)pyren(410 ng/l), krysen (270 ng/l)och pyren (680 ng/l)

Vid den kreosotanläggningpåverkade provtagningsplatsen i SGU:s screening detekterades alla analyserade PAH:er i halter som vida översteg halterna i referensmiljö. Fluoranten (280 ng/l), pyren (180 ng/l), krysen (90 ng/l), fenantren (56 ng/l) var de som förelåg i de högsta halterna. Den cancerogena bens(a)pyren (13 ng/l) översteg gränsen för tjänligt dricksvatten. Summan av halterna av de övriga fyra cancerogena PAH:erna, benso(k)fluoranten (21 ng/l), benso(b)fluoranten (47 ng/l), benso(ghi)perylene (5,9 ng/l)och inden(1,2,3.cd)pyren (7,8 ng/l) överskred inte gränsvärdet, men ligger strax under.

Tabell 14. Fyndfrekvensen av PAH:er vid de fyra undersökningarna SGU 2006, Dalarna, Värmland och Stockholm. Halter är angivna i ng/l.

PAH	SGU 2006		Dalarna		Värmland		Stockholm		Summa fynd
	Antal fynd	Mv, ng/l	Antal fynd	Mv (max), ng/l	Antal fynd	Halt; ng/l	Antal fynd	Maxhalt, ng/l	
naftalen	2	0,3	13	0,96 (2,7)			1	400	16
acenaften	2	0,05	1	0,06 (0,36)			2	17000	5
fluoren	6	0,06	15	0,11 (0,39)			3	1 700 ng/l	24
fenantren	2	0,19	11	0,72 (6,8*)					13
antracen	3	0,02	5	0,01(0,06)			1	200	9
fluoranten	3	0,26	6	0,19 (0,84)	1	800	1	2 800 ng/l	11
pyren	5	0,23	6	0,29 (0,89)	1	680	1	1 300 ng/l	13
benso(a)antracen	9	0,28	1	0,12 (0,43)	1	370	1	100	12
krysen*	5	0,15	1	0,05(0,11)	1	270	1	100	8
benso(b)fluoranten**	4	0,16	1	0,06(0,19)	1***	1100			6
benso(k)fluoranten**	4	0,16							4
bens(a)pyren**	4	0,12			1	580	2	100	7
dibenso(ah)antracen	2	0,06							2
benso(ghi)perylene**	2	0,26			1	350			3
inden(123cd)pyren**	2	0,35			1	410			3

** cancerogena, *** benso(bk)fluoranten * störning kan ej uteslutas

Vid undersökningen i Stockholms urbana miljö detekterades trots den höga detektionsgränsen (100 ng/l) PAH:er vid fem av de nitton provtagningsplatserna. Vid en och samma provtagningsplats i Ulvsunda industriområde nio olika PAH:er. De högsta halterna hade naftalen (17 000 ng/l), fluoranten (2 800 ng/l), fluoren (1 700 ng/l) samt pyren (1 300 ng/l). Summan för de cancerogena varianterna är 200 ng/l, vilket överstiger tjänlighetsgränsen för dricksvatten.

Frekvensen av PAH-fynd vid de tre screeningar där sådana har gjorts framgår av tabellen 14 ovan.

VOC – flyktiga organiska substanser

Volatila organiska substanser har analyserats vid fyra av undersökningarna och detekterats vid tre av dem. SGU:s screening 2003 gav så höga och jämt fördelade halter av VOC-substanser, framför allt bensen, över hela landet att analysresultaten inte går att lita på. Därför bortses från analysresultaten av VOC från den screeningen i den här sammanställningen. I Värmlandsundersökningen var detektionsgränsen för de volatila ämnena 1 000 ng/l och där återfanns inga VOC-substanser.

SGU-screeningen 2006 indikerar att bensen (mv 3,6 ng/l, max 12), toluen (mv 21 ng/l, max 56), etylbensen (mv 2,0 ng/l, max 5,0) och xylener (mv 21 ng/l, max 42) förekommer i mycket låga halter i grundvatten i stort sett i hela landet. Det gäller även trimetylbensener. Styren återfinns i referensmiljö, men inte lika frekvent som de övrigt nämnda.

Undersökningen i Dalarna som omfattar såväl miljöer utan lokala föroreningar som urbant påverkade har bensen, toluen, etylbensen och xylener hittats i ungefär samma utsträckning som i SGU-screeningen. Styren har dock inte detekterats alls och trimetylbensener endast i två fall.

Halterna är mer varierande i undersökningen från Dalarna, men ligger på samma koncentrationsnivåer, bensen mv 4,1, max 46, toluen mv 11,5, max 32, etylbensen mv 1,6, max 15 och summa xylener 15,9, max 52. Allt i ng/l.

Ftalater

Ftalater har ingått i analyspaketen i SGU-screeningen 2003, i Värmlands- och Stockholmsundersökningarna. De har faktiskt i större eller mindre omfattning detekterats i alla tre undersökningarna.

Vid SGU-screeningen i referensmiljö detekterades di-isobutylftalat (DL= 1000 ng/l) vid tre av 15 stationer. Halterna var 1,6 och 1,2 µg/l vid två stationer.

I den regionala undersökningen av brunnar i Värmland hittades di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP) (DL=100 ng/l) i 3 av 4 bergborrade brunnar i halter upp till 3,4 µg/l och di-n-butylftalat (0,15 µg/l) i en av dessa.

I den urbana Stockholmsmiljön återfinns DEHP i alla de 18 provtagningsplatserna som analyserades. Det förekom i koncentrationer från 0,1 µg/l till 180 µg/l. Misstankar finns att, trots försiktighetsåtgärder, föroreningskällor finns i provtagningskedjan, troligast i själva provtagningsröret.

Perfluorinerade syror

Analys av PFOS ingick i SGU:s screening 2003. Det detekterades inte vid någon av de i undersökningen ingående stationerna i referensmiljö. Detektionsgränsen var hög, 1000 ng/l.

I FATE-GROWS-screeningen analyserades sju olika perfluorinerade substanser vid stationer som avspeglade olika typer av påverkan, men även referensförhållanden. Detektionsgränsen för analyserna var 0,4 ng/l.

I referensmiljö detekterades endast en, PFOA. I jordbruksområde detekterades fem av de sju perfluorinerade substanserna, nämligen PFBS, PFHpA, PFOA, PFOS och PFHxS.

I urban miljö och urban industrimiljö detekterades alla varianter, och alla utom PFNA i halter över 10 ng/l. PFOS förelåg i den högsta koncentrationen med 134 ng/l i urbant industriområde.

Silver

Silver har analyserats i fyra undersökningar och detekterats i tre. I Värmlandsundersökningen var detektionsgränsen alltför hög (100 000 ng/l) för att silver skulle kunna detekteras.

IVL:s undersökning och INFORM projektet analyserade vatten från referensstationer. Resultaten indikerar att bakgrundsvärdet för silver ligger strax under 10 ng/l.

Vid FATE-GROWS screeningen som omfattade stationer i såväl referensområde som jordbruks- och urbana områden varierade silverhalterna från 0 till 28 ng/l. Den högsta halten i jordbruksområde.

Aminer

I Värmlandsundersökningen ingick N-nitrosodifenylamin och N-nitroso-di-n-propylamin. Ingen av dessa detekterades vid DL=100 ng/l. Vid IVL:s undersökning av fem olika aminer i grundvatten vid 4 referensstationer hittades dicyklohexylamin (DCHA) i en halt av 4 ng/l vid en station i Arjeplog.

LAS (linjär alkyl-bensen-sulfonat)

LAS (summa C10-C14LAS) har hittats vid en av fyra referensstationer i en halt av 0,31 µg/l.

Bensotriazoler

Bensotriazoler har bara analyserats inom FATE-GROWS screeningen. Benzotriazol och metylbensotriazol detekterades i jordbruks- och urbant industriområde. I industriområdet var halterna 39,9 ng/l respektive 79,3 ng/l.

Läkemedelsrester

Läkemedelssubstanser har hittats i urban industrimiljö och i alla fyra undersökta brunnsvattnen i Värmland. Således fanns diklofenak i en halt av 23,5 ng/l i industrimiljö och i en halt av 1 ng/l i en brunn i Värmland. I industrimiljö hittades också carbamazepin i en halt av 10,4 ng/l. Ibuprofen (max 4,5 ng/l) hittades i alla fyra brunnar i Värmland, ketoprofen i 3 (max 2,5 ng/l) och förutom diklofenak, naproxen i en brunn (0,2 ng/l).

MTBE

MTBE har analyserats vid åtta provtagningsplatser i Stockholm. Det har detekterats i en av dessa i en halt av 15 µg/l. Detektionsgränsen var 5000 ng/l.

Koffein

Koffein är den mest frekvent detekterade substansen i den europeiska screeningen FATE GROWS. I Sverige hittades koffein i alla 6 provtagna stationer i halter över 10 ng/l, som högst (114 ng/l) i urban miljö. I referensmiljö var halten också hög (83 ng/l).

Sukralos

Sötningemedlet sukralos hittades bara i urban industrimiljö, men i en halt av 1 800 ng/l.

SLUTSATSER

Substanser inom grupperna VOC, klorerade alifater (lösningsmedel) och PAH:er kan hittas frekvent i grundvatten även i miljöer, som inte är direkt påverkade av lokala föroreningskällor. PAH:er bör ingå i analyspaketet för statusbestämning av grundvattenförekomster som kan vara påverkade av nedlagda eller pågående kreosotimpregneringsanläggningar.

Intressanta nya och nygamla ämnen för screening är, på grund av osäkerheter i relevansen av analysresultaten, ftalater som DEHP och di-isobutylftalat. Ett annat intressant substans är

myggmedlet DEET, som hittats mycket frekvent i USA och Europa och även i Sverige inom ramen för FATE GROWS projektet. Metoden för analysen bör dock först utvärderas.

Det är också ett antal substanser som detekterats i screeningar, där mycket få provtagningsplatser ingått vilket gör att vi vet att de kan detekteras i grundvatten, men har ingen kunskap om i vilken omfattning de förekommer. En del substanser är knutna till vissa påverkansmiljöer, medan andra är mer diffust spridda och kan återfinnas i alla miljöer. Sådana substanser är t.ex. de perfluorinerade substanserna PFOS och PFOA har hittats i såväl referens, som jordbruks- och urbana miljöer. De bör därför kanske analyseras i en lite mer omfattande undersökning. PFOS ingick i den första SGU-screeningen, men med en allför hög detektionsgräns. I riktade urbana screeningar är vissa fenolära ämnen som nitrofenol, NPE1C, nonylfenol och bisfenol A intressanta liksom bensotriazol. Dicyklohexylamin (DCHA) skulle kunna ingå i en mindre undersökning av grundvatten som potentiellt påverkas av väg- och trafik.

Läkemedelsrester som carbamazepin har bara hittats i svensk urban industrimiljö. Carbamazepine har emellertid hittats mycket frekvent i Europa. Diklofenak har hittats i såväl urban industrimiljö som i brunnsvatten i Värmland. Ibuprofen, ketoprofen och naproxen har hittats i brunnar. Dessa läkemedel bör ingå i screening av läkemedelsrester i framför allt brunnar i områden med egna vattenförsörjnings- och avloppslösningar, såsom i fritids- och omställningsområden. I en sådan screeningundersökning bör ett urval hormoner och hormonliknande ämnen som används i preventivmedel ingå.

REFERENSER

Aastrup, M. och Lewin Pihlblad, L., 2004. Organiska miljögifter i grundvatten i naturliga skogsekosystem. Sötvatten 2004, p. 14-17. Årsskrift från miljöövervakningen, ISSN 1652-3962, Naturvårdsverket.

Aastrup, M. och Lewin Pihlblad, L., 2007. Organiska substanser i grundvatten. SGU Rapport 2007:18.

Aastrup, M. och Lewin Pihlblad, L., 2008. Screeningar i grundvatten. Sötvatten 2008, p. 18-21. Årsskrift från miljöövervakningen, ISSN 1652-3962, Naturvårdsverket.

Andersson, M., 2006. Övervakning av enskilda brunnar i Värmlands län – Resultat av vattenkemisk provtagning i tre områden under åren 2003 – 2005, Länsstyrelsen Värmland, Miljöanalysenheten, Rapport 2006:27

Hagerberg, A., 2009. Pilotstudie – grundvattenkvalitet i Skåne län 2007. Regional undersökning och kontrollerande övervakning i grundvatten 2007, ISSN 1402-3393, Länsstyrelsen i Skåne län.

Kaj, L., Lilja, K., Remberger, M., Allard, A-S., Dusan, B., Brorström-Lundén, E., 2008. Results from the Swedish National Screening Programme 2007. Sub report 4: Linear alkyl benzene sulfonate (LAS). IVL Report B1808.

Lewin Pihlblad, L., Aastrup, M. och L. Maxe, 2007. Läkemedelsrester i grundvatten. SGU Rapport 2007:15.

Loos, R., Gawlik, B.M., Locoro, G., Rimaviciute, E., Contini, S. and G. Bidoglio, 2008. EU Wide Monitoring Survey of Polar Persistent Pollutants in European Rivers. JRC Scientific and Technical Reports. EUR 23568 EN. ISBN 978-92-79-10649-1.

Loos, R., Locoro, G., Comero, S., Contini, S., Schwesig, D., Werres, F., Balsaa, P., Gans, O., Weiss, S., Blaha, L., Bolchi, M., Gawlik B.M., 2010. Pan-European survey on the occurrence of selected polar organic persistent pollutants in ground water, Elsevier, WATER RESEARCH 44 (2010) 4115-4126.

Länsstyrelsen Dalarnas län, Miljöförvaldsenheten, 2008. Organiska miljögifter i grundvatten, Rapport 2008:13, ISSN 1654-7691.

Miljöförvaltningen i Stockholms stad, Miljöövervakningen, 2004. Grundvatten i Stockholm. Rapporten skriven av SWECO VIAK på uppdrag av Miljöförvaltningen i Stockholms stad.

Naturvårdsverket, 2007. Screening inom miljöövervakningen. Fakta om hur screening går till och vilka resultat den kan ge. Enheten för miljöövervakning, Naturvårdsverket.

Svenson, A., Viktor, T., Palm-Cousins, A. Kaj,L., Woldegiorgis, A., Brorström-Lundén, E. , Thelle Uggerud, H., 2008. Results from the Swedish National Screening Programme 2007. Sub report 5: Silver. IVL Report B1826.

Törneman, N., 2008. Screening of musk substances. SWECO Environment Screening Report 2008:2.

Woldegiorgis, A., Wiklund., P., Remberger, M., Kaj, L., Brorström-Lundén, E., och Dye, C., 2008. Results from the Swedish National Screening Programme 2007. Sub report 1: Amines. IVL Report B1817.