

**Rådgivning ved revision af
Bekendtgørelse nr. 637**

**Analysekvalitet og metoder for
bestemmelse af sporelementer i
destruerede prøver**

Analysekvalitet og metoder for bestemmelse af sporelementer i destruerede prøver

Strandesplanaden 110
2665 Vallensbæk Strand
Tlf: 70 22 42 30
Fax: 70 22 42 55

Web: www.eurofins.dk

November 2004

Klient	Klientens repræsentant
Miljøstyrelsen	Lis Morthorst Munk

Projekt Miljøstyrelsen Referencelaboratorium Rådgivning ved revision af Bekendtgørelse nr. 637		Projekt nr. 20088-011			
Forfattere Kirsten Andersen		Dato 30.11.2004			
		Godkendt af			
	Teknisk notat	KJA			
Revision	Beskrivelse	Udført	Kontrolleret	Godkendt	Dato
Nøgleord Metodevalg, oplukkede prøver, sporelementer, analysekvalitet, præstationsprøvninger, miljøanalyser		Klassifikation ☒ Åben ☐ Intern ☐ Tilhører klienten			

Distribution		Antal kopier	
Miljøstyrelsen	Lis M. Munk	1	
Eurofins:	Kirsten J. Andersen, Ulla Lund	2	

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING.....	1-1
2	METODEVALG.....	2-1
2.1	Metoder for oplukning af faste matricer (jord, slam og sediment).....	2-2
2.2	Metoder til bestemmelse af sporelementer i destruerede prøver	2-2
3	VURDERING AF ANALYSEKVALITET	3-3
3.1	Slam.....	3-3
3.2	Jord.....	3-5
3.3	Sediment.....	3-7
4	FORSLAG TIL KVALITETSKRAV	4-8
5	REFERENCER	5-9

BILAG

A	Oversigt over anvendte metoder
---	--------------------------------

1 INDLEDNING

I forbindelse med revision af Bekendtgørelse 637 af 30. juni 1997 har det været ønsket at foretage en supplerende af kvalitetskravene med krav til bestemmelse af sporelementer i faststofmatricer, herunder sediment, slam og jord. Der blev derfor i 2003 iværksat et arbejde med henblik på at vurdere hvilke kvalitetskrav, der er realistiske at stille. Udgangspunktet for vurderingen er et notat fra Janne Forslund, Miljøstyrelsen, indeholdende krav til mindste indhold, der ønskes kvantificeret samt krav til maksimal total standardafvigelse /5/.

Nærværende notat beskriver den forventede analysekvalitet på danske laboratorier i forhold til analyse af prøver af sediment, slam og jord.

Foruden ovenstående notat er der taget udgangspunkt i en vurdering af dels analysekvaliteten, som er opnået i de seneste præstationsprøvninger samt i data fra den interne kvalitetskontrol hos Eurofins A/S.

2 METODEVALG

Nedenstående tabel giver en oversigt over sporelementer, for hvilke der fastsættes kvalitetskravsværdier, de mindste koncentrationer, der ønskes kvantificeret, samt krav til maksimal total standardafvigelse /5/. Det er i den nedenstående vurdering antaget, at de mindste koncentrationer, der ønskes kvantificeret, svarer til et krav til den maksimale detektionsgrænse for de anvendte metoder. S_{Tmax} svarer beregningsmæssigt til en tredjedel af krav til "kvantificeringsgrænsen".

Notatet /5/ indeholder krav til analysekvalitet for organisk bly i jord, chrom (VI) i jord, samt total og syreflygtigt cyanid. Da der ikke findes en anerkendt metode til ekstraktion/analyse af organisk bly i jord foretages ikke i nærværende notat en yderligere vurdering af analysekvalitetskrav. Med hensyn til chrom (VI) og cyanid anbefales, at der foretages en separat vurdering af analysekvalitetskrav. Analyseparametrene er således ikke omfattet af dette notat.

I det følgende beskrives de analysetekniske muligheder, der forventes at være til stede på danske laboratorier. Disse er dels betinget af krav til metoder og dels betinget af det apparatur, der anvendes til udførelse af analyserne. Der tages udgangspunkt i metode-muligheder, idet det overvejende drejer sig om multielementmetoder, således at flere elementer bliver analyseret på samme tid. Det er muligt, at kvaliteten af analyserne for en del elementer kan forfines ved at foretage specialanalyser for en del elementer, men vurderingen tager udgangspunkt i, at der ønskes krav, der kan opfyldes på en rationel og økonomisk afvejet facon. For visse elementer, f.eks. kviksølv, der analyseteknisk afviger fra øvrige elementer, tages der hensyn til, at analysen i de fleste tilfælde vil blive foretaget separat.

En analyse af sporelementer i faststof prøver ved destruktiv analyse er opdelt i dels en oplukning og dels en analyse af sporelementer i den oplukkede prøve. Dette reflekteres i det følgende.

	Krav til at måle mindste indhold	S _{Tmax}	Krav til at måle mindste indhold	S _{Tmax}	Krav til at måle mindste indhold	S _{Tmax}
	Slam* mg/kg TS		Jord** mg/kg TS		Sediment*** mg/kg TS	
Arsen	2,5	1	2	0,6		
Bly	6	2	4 (4 ^Δ)	1(1 ^Δ)	0,2	0,07
Cadmium	0,08	0,03	0,05 (0,05 ^Δ)	0,02(0,02 ^Δ)	0,01	0,003
Chrom	10	3	50 (3 ^Δ)	15 (1 ^Δ)		
Kobber	100	30	50 (4 ^Δ)	15 (1 ^Δ)	0,2	0,07
Kviksølv	0,08	0,03	0,1 (0,05 ^Δ)	0,03 (0,02 ^Δ)	0,01	0,003
Litium			50	15		
Molybdæn			0,5	0,2		
Nikkel	3	1	3 (1,5 ^Δ)	1 (0,5 ^Δ)	0,2	0,07
Sølv			5	2		
Tallium			0,1	0,03		
Tin			50	15		
Zink	400	130	50 (10 ^Δ)	15 (3 ^Δ)	0,1	0,03

* anførte værdier svarer til 1/10 af kravværdi anført i Slambekendtgørelsen /2/, ** anførte værdier svarer til 1/10 af krav i Jordkvalitetskriterierne / 4 /, ^Δ analyse i henhold til Slambekendtgørelsen /2/, ***anførte værdier svarer til 1/10 af krav anført i NOVA programbeskrivelse /5/.

Tabel 1. Oversigt over elementer, for hvilke der stilles krav til analyse, samt krav til mindste koncentration, der ønskes kvantificeret/5/. For cadmium, chrom, kobber, kviksølv, nikkel og zink er angivet to værdier, hvoraf sidste værdi omfatter analyse af landbrugsjord /2/.

2.1 Metoder for oplukning af faste matricer (jord, slam og sediment)

Til oplukning af faststofprøven anvendes i Danmark normalt princippet svarende til beskrivelsen i DS 259:1982 pkt 5.2.2 (f.eks. henvisning i Bek. nr. 623 af 30/6 2003):

Princip: Der arbejdes med max. 1 g tør prøve eller tilsvarende mængde våd prøve. 20,0 ml salpetersyre (ca. 7 mol/L) tilsættes. Oplukningsflasken lukkes og opvarmes derefter i autoklave ved 200 kPa i 30 minutter. Efter afkøling udføres sporelementbestemmelsen på den klare vandfase efter fortynding til 100 ml.

For prøver, der netop indeholder koncentrationer på detektionsgrænseniveau, kan der foretages en beregning af koncentrationen i den oplukkede prøve ud fra omregningsfaktoren svarer til 1 mg/kg TS sporelement = 10 µg/L sporelement i oplukket prøve.

2.2 Metoder til bestemmelse af sporelementer i destruerede prøver

Ved en sammenligning af anvendte metoder (og opnået generel analysekvalitet) for deltagere i præstationsprøvning af sporelementer i sediment i henholdsvis 1995 og i 2003 /1/ er det karakteristisk, at for elementerne cadmium, chrom, kobber, nikkel og bly er udviklingen gået fra at hovedparten af laboratorierne anvendte AAS med flamme eller AAS med grafitovn (metoder, hvor et element bestemmes ad gangen) til at hovedparten af deltagerne i 2003 anvender multielementmetoder, optisk ICP (ICP-AES) og ICP-MS (metoder, hvor flere elementer bestemmes samtidig). Bilag A illustrerer ændringen.

Denne udvikling giver anledning til overvejelser over mulige eller ønskede kvalitetskrav til udførelse af analyser. En udviklingen mod anvendelse af multielementanalyser (enten optisk ICP for de højere detektionsgrænsekrav eller ICP-MS for de lavere detektionsgrænsekrav) betyder en væsentlig effektivitetsmæssig optimering af analyseproceduren. Optimeringen opnås dog kun i de tilfælde, hvor flere elementer kan bestemmes med anvendelse af det samme analyseprincip (oplukningsmetode og kvantificeringsmetode).

Ovenstående er baggrunden for, at der i det følgende foretages vurdering af opnåelige detektionsgrænser for anvendelse af optisk ICP og ICP-MS for relevante elementer. For kviksølv vurderes detektionsgrænse krav på basis af cold vapour AAS (CV-AAS).

3 VURDERING AF ANALYSEKVALITET

Ved vurderingen af hvilken analysekvalitet, der kan forventes opnået ved analyse af metaller i destruerede prøver ved de normalt anvendte principper i præstationsprøvningerne, er anlagt det konservative skøn, at et laboratoriums totale standardafvigelse S_T svarer til 3 gange indenfor batch standardafvigelsen. Ved beregning af detektionsgrænsen som 3 gange indenfor batch standardafvigelsen opnås herved, at detektionsgrænsen, som den opgives af et laboratorium, kan sættes lig med den totale standardafvigelse. Således kan der foretages en sammenligning af oplyste detektionsgrænser med krav til maksimal total standardafvigelse (S_{Tmax}).

For vurdering af detektionsgrænser for relevante analyseteknikker er anvendt grænser, der kan opnås på laboratoriet hos Eurofins A/S. Det vurderes, at de anførte detektionsgrænser er repræsentative for danske laboratorier. Detektionsgrænserne er anvendt til at vurdere i hvor høj grad eksisterende analyseteknikker kan leve op til kravene og til at vurdere forholdet mellem krav til mindste koncentration, der ønskes kvantificeret, og praktisk opnåelig detektionsgrænse.

3.1 Slam

I Tabel 2 er angivet detektionsgrænser, som de typisk opnås for bestemmelse af faststofprøver. Det fremgår, at opnåelig detektionsgrænse for CV-AAS for bestemmelse af kviksølv er af samme størrelsesorden som S_{Tmax} og dermed, at metoden sandsynligvis er tilstrækkelig følsom for opfyldelse af krav til detektionsgrænse. For arsen, bly, chrom, kobber, nikkel og zink kan anvendes ICP-AES. ICP-AES værdier i kolonne 4 er mindre end eller lig med S_{Tmax} værdier i kolonne 3. For bestemmelse af cadmium i slamprøver med et lille indhold er det relevant at anvende ICP-MS eller AAS med grafitovn med lavere detektionsgrænser. Det samme er gældende for arsen, hvis detektionsgrænse ved ICP-AES ligger tæt på S_{Tmax} . Dette mønster i anvendelse af analyseprincip bekræftes af laboratoriernes metodevalg i præstationsprøvninger.

Prøver anvendt i præstationsprøvninger af arsen i slam har relativt lave indhold og resultaterne indikerer overholdelse af klasse 2, dog med undtagelse af én prøve i seneste præstationsprøvning /3/.

	Miljøstyrelsens krav		Detektionsgrænser, der typisk opnås		
	Mindste koncentration, der ønskes kvantificeret, jvf. tabel 1**	Maksimal total standardafvigelse, (S_{Tmax}) i måleområdet (3-15) x S_{Tmax} jvf. tabel 1	ICP-AES	ICP-MS	CV- AAS
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS*	mg/kg TS
Arsen	2,5	1	1	0,1	
Bly	6	2	0,5		
Cadmium	0,08	0,03	0,1	0,01	
Chrom	10	3	0,1		
Kobber	100	30	0,3		
Kviksølv	0,08	0,03			0,03
Nikkel	3	1	0,5	0,1	
Zink	400	130	0,2		

*detektionsgrænser angiver omstændigheder, hvor der ikke arbejdes under rent-rums forhold.

** svarer til 1/10 af kravværdi anført i Slambekendtgørelsen.

Tabel 2: Krav til mindste mængde, der ønskes kvantificeret for bestemmelse af slam, samt opnåelige detektionsgrænser ved anvendelse af ICP-AES, henholdsvis CV AAS for bestemmelse af sporelementer i slam. For ICP-MS er udelukkende anført opnåelig detektionsgrænse for elementer, hvor en analyse ved ICP-MS skønnes relevant.

Resultater for præstationsprøvninger af indhold af bly i slam indikerer, at kvalitetsklasse 3 kan overholdes, for en del laboratorier kan kvalitetsklasse 2 overholdes /3/.

Resultater for præstationsprøvninger af indhold af cadmium, chrom, kobber og zink i slam indikerer, at kvalitetsklasse 2 kan overholdes.

Resultater fra præstationsprøvninger af kviksølv og nikkel indikerer, at kvalitetsklasse 3 kan overholdes.

Krav til analysekvalitet for punktkilder/slam i Novana er ikke vurderet i ovenstående.

Konklusion

Detektionsgrænsekrav og krav til S_{Tmax} for slam kan opfyldes med metoder, der normalt anvendes på laboratorierne.

Forslag til mulige kvalitetsklasser for bestemmelse af metaller i slam er følgende:

Arsen: kvalitetsklasse 2

Bly: kvalitetsklasse 2

Cadmium: kvalitetsklasse 2

Chrom: kvalitetsklasse 2

Kobber: kvalitetsklasse 2

Kviksølv: kvalitetsklasse 3

Nikkel: kvalitetsklasse 3

Zink: kvalitetsklasse 2

Det er afgørende for laboratoriernes dokumentationen af overholdelse af ovenstående kvalitetsklasser, at der stilles krav om rutinemæssig anvendelse af relevant naturligt slam referencemateriale i forhold til kontrol af analysekvaliteten.

3.2 Jord

	Miljøstyrelsens krav		Detektionsgrænser, der typisk opnåes		
	Mindste koncentration, der ønskes kvantificeret i jord*/landbrugsjord ^Δ , jvf tabel 1	Maksimal total standardafvigelse (S_{Tmax}) i måleområdet (3-15) x S_{Tmax} ·, jvf tabel 1	ICP-AES	ICP-MS	CV- AAS
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Arsen	2	0,6	1	0,1	
Bly	4 (4 ^Δ)	1(1 ^Δ)	0,5		
Cadmium	0,05 (0,05 ^Δ)	0,02(0,02 ^Δ)	0,1	0,01	
Chrom	50 (3 ^Δ)	15 (1 ^Δ)	0,1		
Kobber	50 (4 ^Δ)	15 (1 ^Δ)	0,3		
Kviksølv	0,1 (0,05 ^Δ)	0,03 (0,02 ^Δ)			0,03
Litium	50	15	2	2	
Molybdæn	0,5	0,2	2	1	
Nikkel	3 (1,5 ^Δ)	1 (0,5 ^Δ)	0,5	0,1	
Sølv	5	2	0,3		
Tallium	0,1	0,03	Ikke oplyst		
Tin	50	15		(1)	
Zink	50 (10 ^Δ)	15 (3 ^Δ)	0,2		5

* svarer til 1/10 af jordkvalitetskriterium /4/. ^Δ Beregnet ud fra kvalitetskriterier – Landbrugsjord/ Slambe-kendtgørelsen /2/

Tabel 3: Krav til mindste mængde, der ønskes kvantificeret for bestemmelse af jord, samt opnåelige detektionsgrænser ved anvendelse af ICP-AES, henholdsvis CV AAS for bestemmelse af sporelementer i jord, slam og sediment. For ICP-MS er udelukkende anført opnåelig detektionsgrænse for elementer, hvor en analyse ved ICP-MS skønnes relevant

Da analyse af jord og slam i princippet har samme iboende potentielle interferenser gælder i overvejende grad de samme bemærkninger for jord, som anført for slam. Tabel 3 angiver oplysninger for følgende fem supplerende elementer i forhold til bestemmelse af slam: litium, molybdæn, sølv, tallium og tin.

For bly, chrom, kobber og zink er kravene til mindste mængde, der ønskes kvantificeret, i tilsvarende god afstand fra opnåelig detektionsgrænse for ICP-AES. Nikkel ligger i den lave ende i forhold til forventede detektionsgrænse, ligesom den mindste mængde, der ønskes kvantificeret for arsen og cadmium, ligger tæt på - eventuelt under detektionsgrænsen - for ICP-AES.

Oplukning af både sølv og tin kræver alternativ oplukningsmetode i forhold til anvendelse af DS 259:1982. Sølv og tin kan analyseres ved AAS med grafitovn og ved ICP-AES med detektionsgrænser, der overholder krav til minimum kvantificering på henholdsvis 5 mg/kg og 50 mg/kg. For litium, molybdæn og tallium vurderes, at analyse kan foregå ved ICP-AES i samme analysegang som de fleste øvrige elementer.

ICP-AES princip forventes at blive anvendt af samtlige laboratorier ved kontrol af indhold af nævnte sporelementer i jord i Danmark (dog minus kviksølv og evt. minus sølv

og tin). Der kan være forskelle i opnåelige detektionsgrænser og dermed om samtlige elementer kan analyseres i én analyserunde (kviksølv, sølv og tin undtaget). Der kan derfor være tale om supplerende af ICP-AES målinger for visse elementer med AAS med grafitovn, eventuelt ICP-MS (især for arsen og måske for cadmium), hvilket bekræftes af deltagelse i præstationsprøvninger. For kviksølv forventes der overvejende at blive anvendt AAS metode.

Resultater fra præstationsprøvninger af jord er ikke i alle tilfælde entydige, men følgende analysekvalitetsklasser skønnes at kunne opnås af laboratorierne:

Analyseklassen 2 skønnes at kunne overholdes for arsen, bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink.

For kviksølv og nikkel er anvendt prøver med forholdsvis lave koncentrationer i seneste præstationsprøvninger. Resultaterne tyder på, at klasse 2 kan opnås, med sammenholdt med bemærkningerne for bestemmelse af kviksølv og nikkel i slam foreslås klasse 3 for kviksølv og muligvis også for nikkel.

Der er ikke data fra præstationsprøvninger til vurdering af den generelle analysekvalitet for bestemmelse af sølv, tin, tallium, molybdæn og litium. Det foreslås, at der som udgangspunkt anvendes analyseklassen 3 for disse elementer. Dels kræver bestemmelse af sølv og tin en speciel destruktionsmetode og dels forventes der at være mindre erfaring i analyse af disse elementer sammenlignet med andre elementer.

Konklusion:

Detektionsgrænsekrav og krav til S_{Tmax} for jord kan opfyldes med de metoder, der normalt anvendes på laboratorierne, dog forventes bestemmelse af molybdæn at være påvirket af en betydelig usikkerhed, da detektionsgrænsen for rutinebestemmelse af molybdæn forventes at ligge tæt på og eventuelt under S_{Tmax} kravet. For kviksølv forventes ved de laveste koncentrationer vanskeligheder (og dermed forhøjede usikkerheder) med de normalt anvendte metoder for kvantificering af kviksølv i faststofmatricer

Forslag til mulige kvalitetsklasser for bestemmelse af metaller i jord er følgende:

Arsen: kvalitetsklasse 2

Bly: kvalitetsklasse 2

Cadmium: kvalitetsklasse 2

Chrom: kvalitetsklasse 2

Kobber: kvalitetsklasse 2

Kviksølv: kvalitetsklasse 3

Lithium: kvalitetsklasse 3

Molybdæn: kvalitetsklasse 3

Nikkel: kvalitetsklasse 2 (3)

Sølv: kvalitetsklasse 3

Tallium: kvalitetsklasse 3

Tin: kvalitetsklasse 3

Zink: kvalitetsklasse 2

Det er afgørende, at der stilles krav om anvendelse af relevant naturligt referencemateriale (prøver af jord) i forhold til kontrol af analysekvaliteten.

3.3 Sediment

	Miljøstyrelsens krav – marint sediment		Detektionsgrænser, der typisk opnås		
	Mindste koncentration, der ønskes kvantificeret, jvf tabel 1	Maksimal total standardafvigelse, S_{Tmax} i måleområdet (3-15) x S_{Tmax} , jvf tabel 1	ICP-AES	ICP-MS	CV AAS
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Arsen	0,2	0,06	1	0,1	
Bly	0,2	0,06		0,05	
Cadmium	0,01	0,003		0,01	
Kobber	0,2	0,06	0,3	0,1	
Kviksølv	0,01	0,003			0,03
Nikkel	0,2	0,06		0,1	
Zink	0,5	0,16	0,2	1	

Tabel 4: Krav til mindste mængde, der ønskes kvantificeret for bestemmelse af sediment, samt opnåelige detektionsgrænser ved anvendelse af ICP-AES, henholdsvis CV AAS for bestemmelse af sporelementer i sediment, slam og jord. For ICP-AES er udelukkende anført opnåelig detektionsgrænse for elementer, hvor en analyse ved ICP-AES kan være relevant.

Det er karakteristisk, at detektionsgrænsekravene for analyse af de i Tabel 4 nævnte elementer er væsentligt skærpede for sediment i forhold til krav for slam og jord. Dette betyder, at disse analyser (ved analyse af uforurenet sediment) bør udføres med analyseteknikker med lavere detektionsgrænser, end der anvendes til analyse af slam og jord. For bly, cadmium, kobber, nikkel og zink vil sandsynligvis blive anvendt ICP-MS, jf. afsnit 2.2 omkring metodevalg i præstationsprøvninger. Kravene er imidlertid så lave, at kvantificering på detektionsgrænseniveau bør udføres under skærpede hensyn til kontamineringsrisiko.

Seneste præstationsprøvninger /3/ giver ikke et entydigt billede af analysekvaliteten. For elementerne cadmium, kobber og zink kan analysekvalitetsklasse 2 muligvis overholdes af laboratorierne. For arsen og bly kan analysekvalitetsklasse 3 muligvis overholdes. For nikkel kan analysekvalitetsklasse 3 overholdes i en af prøverne, men ikke i en anden. For kviksølv overholdes analysekvalitetsklasse 3 ikke i præstationsprøvningen.

Konklusion:

Der må iagttages væsentligt skærpede foranstaltninger for at undgå kontaminering af prøverne og under analysegangen.

Forslag til mulige kvalitetsklasser for bestemmelse af metaller i sediment er følgende:

Arsen: kvalitetsklasse 3

Bly: kvalitetsklasse 3

Cadmium: kvalitetsklasse 2

Kobber: kvalitetsklasse 2

Kviksølv: kvalitetsklasse 3

Nikkel: kvalitetsklasse 3

Zink: kvalitetsklasse 2

Det er afgørende for overholdelse og dokumentation af kvalitetskrav, at anvende relevant naturligt referencemateriale (prøver af sediment) i forhold til kontrol af analysekvaliteten.

4 **FORSLAG TIL KVALITETSKRAV**

I Tabel 5 er anført de samlede forslag til krav til analysekvalitetsklasse for analyse af sporelementer i slam, jord og sediment.

	Slam	Jord	Sediment
Arsen	2	2	3
Bly	2	2	3
Cadmium	2	2	2
Chrom	2	2	
Kobber	2	2	2
Kviksølv	3	3	3
Litium		3	
Molybdæn		3	
Nikkel	3	2 (3)	3
Sølv		3	
Tallium		3	
Tin		3	
Zink	2	2	2

Tabel 5: Forslag til krav til analysekvalitetsklasse.

5 *REFERENCER*

- /1/ Henrik Green-Pedersen ”Erfaringer fra præstationsprøvninger for faste- og vandede matricer herunder vurdering af de anvendte metoders egnethed til formålet”. Indlæg på Referencelaboratoriets workshop i Miljøstyrelsen 4 november 2003.
- /2/ Bekendtgørelse nr 623 af 30/6/2003. Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål.
- /3/ Sammenstilling af analysekvalitet fra præstationsprøvninger 1990 – 2003 – spor-elementer. Teknisk notat 2003 (Tillæg til teknisk notat af marts 2002).
- /4/ Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord, Jordkvalitetskriterier. www.mst.dk.
- /5/ Notat fra Janne Forslund, Miljøstyrelsen - Krav til ST_{max} samt mindste koncentrationer, der ønskes analyseret.

B I L A G A

Oversigt over anvendte metoder

Oversigt over anvendte metoder (%)

Parameter	Årstal	Antal deltagere	ETAAS	FAAS	Hybrid-AAS	ICP-AES	ICP-MS
As	1995	22	50	-	45	-	5
	2003	11	27	-	-	46	27
Cd	1995	31	74	10	-	6	10
	2003	12	25	-	-	33	42
Cr	1995	39	15	51	3	23	8
	2003	13	-	-	-	62	38
Cu	1995	36	11	56	-	25	8
	2003	13	-	-	-	62	36
Ni	1995	35	28	43	-	23	6
	2003	14	-	-	-	64	36
Pb	1995	40	27	40	-	25	8
	2003	13	-	-	-	62	38