

Miljøstyrelsens metodehåndbog (opdateret februar 2024)

Præstations- og stikprøvekontrol, herunder kvalitetssikring af AMS

Tabel 1 indeholder en metodeliste for de parametre der kan anbefales metoder for, med udgangspunkt i de foreliggende nationale og internationale standarder.

Tabel 1. Anbefalede metoder til måling af luftforurening fra virksomheder (emission): Metoder til præstations- og stikprøvekontrol, herunder parallelmålinger ved QAL2 og AST (kvalitetssikring af AMS).

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode			
		Standard	Titel	Måleområde ¹	Bemærkning
Støv	Partikler målt som totalstøv	VDI 2066, Bl. 1	<i>Messen von Partikeln; Staubmessung in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung</i>	1-1.000 mg/m ³ (n,t)	Benyttes ved måling af høje koncentrationer (> 50 mg/m ³ (n,t))
	Partikler målt som totalstøv	DS/EN 13284-1	<i>Determination of low range mass concentration of dust.</i>	< 50 mg/m ³ (n,t)	Benyttes ved måling i lave koncentrationer (< 50 mg/m ³ (n,t)). Se metodeblad MEL-02
	PM 10 PM 2,5	DS/ISO 25597 eller DS/ISO 23210-1	<i>Test method for determining PM_{2.5} and PM₁₀ mass in stack gases using cyclone samplers and sample dilution, eller Determination of PM₁₀/ PM_{2.5} mass concentration in flue gas - Part 1: Measurement at low concentrations by use of impactors</i>	> 40 mg/m ³ (n,t) < 40 mg/m ³ (n,t)	Ingen af metoderne er velegnede til måling af totalstøv. Det anbefales at måle totalstøv efter metodeblad MEL-02 som worst case til eftervisning af B-værdi (PM ₁₀). I kritiske tilfælde anvendes ISO 25597 (med enkelt cyclon) eller i specialtilfælde kan ISO 23210-1 anvendes. Metodeblad MEL-02 indeholder et kapitel vedr. metodevalg etc.

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode			
		Standard	Titel	Måleområde ¹	Bemærkning
Fibre	Asbest	DS/ISO 10397	<i>Determination of asbestos plant emissions – Method by fibre count measurements</i>	500-50.000 fibre/m ³ (n,t)	Måleområdet kan ændres ved regulering af den opsamlede luftmængde. Tilstedeværelse af andet støv på filteret efter prøvetagning kan medføre at detektionsgrænsen forøges (eller analyse helt umuliggøres). Se note nr. 2 efter tabellen: Særlige bemærkninger vedr. asbest- og mineraluldsfibre.
	Mineraluld	Prøvetagning: DS/ISO 10397 Analyse: WHO 1985	<i>Determination of asbestos plant emissions – Method by fibre count measurements og Reference methods for measuring airborne Man-Made-Mineral-fibers (MMMMF), WHO 1985</i>	500-50.000 fibre/m ³ (n,t)	
Uorganiske forbindelser	Carbonmonoxid (CO)	DS/EN 15058	<i>Determination of the mass concentration of carbon monoxide (CO) – Reference method: Non-dispersive infrared spectrometry.</i>	< 740 mg/m ³ (n,t))	Se metodeblad MEL-06 Alternativ metode: se metodeblad MEL-26
	Nitrogenoxider (NO _x)	DS/EN 14792	<i>Determination of mass concentration of nitrogen oxides (NOX) – Reference method: Chemiluminescence.</i>	< 1.300 mg NO ₂ /m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-03 Alternativ metode: se metodeblad MEL-26
	Lattergas (N ₂ O)	DS/EN ISO 21258	<i>Determination of mass Concentration of dinitrogen monoxide (N₂O) – Reference method: Non-dispersive infrared method</i>	Afhænger af monitor	Alternativ metode: se metodeblad MEL-26

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode			
		Standard	Titel	Måleområde ¹	Bemærkning
Uorganiske forbindelser (fortsat)	Hydrogenchlorid (HCl)	DS/EN 1911	<i>Determination of mass concentration of gaseous chlorides expressed as HCl - Standard reference method</i>	1 – 5.000 mg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-19 Alternativ metode: se metodeblad MEL-26 Alternativ metode: se EN 16429 (udkommer primo 2020) Anvendes i afkast hvor forbrænding indgår.
	Hydrogenchlorid (HCl)	DS/EN 16429	<i>Reference method for the determination of the concentration of gaseous hydrogen chloride (HCl) in waste gases emitted by industrial installations into the atmosphere</i>	Afhænger af monitor	Alternativ metode: Se metodeblad MEL-19 Alternativ metode: se metodeblad MEL-26
	Hydrogenfluorid (HF)	DS/CEN/TS 17340: 2020	<i>Bestemmelse af massekoncentrationen af fluorforbindelser angivet som HF-Standardreferencemetode</i>	0,1 – 10 mg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-19 Alternativ metode: se metodeblad MEL-26
	Svovldioxid (SO ₂)	DS/EN 14791	<i>Determination of mass concentration of sulphur dioxide – Reference method.</i>	IC: 0,25-2.000 mg/m ³ (n,t) Titring: 2,5-2.000 mg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-04 Alternativ metode: se metodeblad MEL-26 Alternativ metode: CEN/TS 17021
	Svovldioxid (SO ₂)	CEN/TS 17021	<i>Determination of the mass concentration of sulphur dioxide by instrumental techniques</i>	Afhænger af monitor	Alternativ metode: se metodeblad MEL-04

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode			
		Standard	Titel	Måleområde ¹	Bemærkning
Uorganiske forbindelser (fortsat)	Svovltrioxid (SO ₃)	USEPA method 8A eller VDI 2462 blatt 2	<i>Determination of sulphuric acid vapor or mist and sulphur dioxide emissions from kraft recovery furnaces</i>	1,43 mg/m ³ er nedre grænse, ved 30 liter prøve. I princippet er der ingen øvre grænse	Metoderne beskrevet i de to anbefalede standarder er stort set identiske. Se endvidere note 5 efter tabellen. "Bemærkninger vedr. SO₃ målinger."
	Isocyanater	EPA Conditional Test Method 036	<i>Method for measurement of TDI and MDI stack emissions</i>	ca. 0,002 til 1 mg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-18
	Hydrogensulfid (H ₂ S)	US EPA Method 11 (modificeret)	<i>Determination of Hydrogen Sulfide Content of Fuel Gas Streams in Petroleum Refineries.</i>	0,1-10 mg/m ³ (n,t) (kan udvides til 0,01-100 mg/m ³ (n,t))	Se metodeblad MEL-23
	Ammoniak (NH ₃)	EN ISO 21877	<i>Determination of the mass concentration of ammonia – Manual method</i>	2 – 1.600 mg NH ₃ /m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-24 Alternativ metode: se metodeblad MEL-26
	Mineralske syrer (Saltsyre, salpetersyre, phosphorsyre og svovlsyre)	DS/EN 1911 modificeret og udvidet	Determination of mass concentration of gaseous chlorides expressed as HCl – Standard reference method	ca. 0,3 - 1.000 mg/m ³ (n,t)	Anvendes i afkast hvor forbrænding ikke indgår. Se metodeblad MEL-21

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode			
		Standard	Titel	Måleområde ¹	Bemærkning
Uorganiske forbindelser (fortsat) Metaller	Kviksølv (Hg)	DS/EN 13211	<i>Air quality - Determination of the concentration of total mercury in stationary source emissions.</i>	0,001-0,5 mg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-08b Det anbefales at måle total Hg efter metodeblad MEL-08b som worst case til eftervisning af B-værdi overholdelse. I kritiske tilfælde anvendes ISO 23210-1 eller cyklon-metoden modificeret i kombination med MEL-08b..
	Arsen (As), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Chrom (Cr), Kobber (Cu), Mangan (Mn), Nikkel (Ni), Bly (Pb), Antimon (Sb), Thallium (Tl), og Vanadium (V).	DS/EN 14385	<i>Determination of Total Emission of specific Elements.</i>	5 - 500 µg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-08a Det anbefales at måle totalmetaller efter metodeblad MEL-08a som worst case til eftervisning af B-værdi overholdelse. I kritiske tilfælde anvendes ISO 23210-1 eller cyklon-metoden modificeret i kombination med MEL-08a.
	Cr(VI)	DS/EN 14385	<i>Determination of Total Emission of specific Elements.</i>	5 -500 µg/m ³ (n,t)	Se note 3 efter tabellen: særlige bemærkninger vedr. Cr(VI)-måling og vilkår. Se metodeblad MEL-08a
Organiske forbindelser	Total volatile organisk carbon (TVOC)	DS/EN 12619	<i>Determination of the Mass Concentration of Total Gaseous Organic Carbon — Continuous Flame Ionisation Detector Method</i>	0,4-1000 mg C/m ³ (n,t)	Benyttes ved måling i røggasser og i gasser fra processer der benytter opløsningsmidler og andre organiske forbindelser. Resultater opgives i mg C/m ³ (n,t). Se metodeblad MEL-07

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode			
		Standard	Titel	Måleområde ¹	Bemærkning
Organiske forbindelser (fortsat)	Total organisk carbon (TVOC) Organiske forbindelser	VDI 3481, Bl. 3	<i>Determination of volatile organic compounds, especially solvents – FID.</i>	Fra 1 mg C/m ³ (n,t)	Benyttes til måling af opløsningsmidler og andre organiske forbindelser i ventilationsafkast, hvor beregning af emissionen i mg organisk forbindelse/m ³ ønskes. Se metodeblad MEL-07
	Non-metan VOC (NMVOC) i henhold til benzindampsbekendt gørelsen.	DS/EN ISO 25140	<i>Automatic method for the determination of the methane concentration using flame ionization detection (FID)</i>	0,4-500 mg C/m ³ (n,t)	Benyttes i kombination med de to ovennævnte metoder til TVOC måling. Se metodeblad MEL-07 Alternative metoder: en kombination af en TVOC-metode (DS/EN 12619) og en specifik metanmetode (metodeblad MEL-26 eller DS/EN ISO 25140)
	Metan (CH ₄)	DS/EN ISO 25140	<i>Automatic method for the determination of the methane concentration using flame ionisation detection (FID)</i>	Afhænger af monitor	Alternativ metode: se metodeblad MEL-26
	Formaldehyd	DS/CEN/TS 17638: 2021	<i>Stationary Source Emissions — Manual method for the determination of the mass concentration of formaldehyde - Reference method</i>	0,02 - 60 mg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-12.

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode			
		Standard	Titel	Måleområde ¹	Bemærkning
Organiske forbindelser (fortsat)	Organiske syrer (myresyre og eddikesyre)	DS/EN 1911 modificeret og udvidet	<i>Determination of mass concentration of gaseous chlorides expressed as HCl – Standard reference method</i>	ca. 3 – 1.000 mg/m ³ (n,t)	Anvendes i afkast hvor forbrænding ikke indgår. Se metodeblad MEL-21
	Organiske forbindelser	DS/EN 13649	<i>Determination of the mass concentration of individual gaseous compounds</i>	ca. 0,004 - 700 mg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-17.
	Phthalater	US EPA Method 0010 modificeret	<i>Modified Method 5 sampling train</i>	Ikke angivet	Se metodeblad MEL-09
	PAH	ISO 11338 del 1 og 2, modificeret.	<i>Determination of mass concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons. Part 1 sampling, Part 2 Preparation, clean up and determination.</i>	Fra 2-10 ng/m ³ (n,t) pr. PAH	Se metodeblad MEL-10
	PCB	DS/EN 1948, del 4	<i>Determination of mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs - Part 4: Sampling and analysis of dioxin-like PCBs</i>	Fra ca. 1 ng/prøve for hver congener	Se metodeblad MEL-15

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode			
		Standard	Titel	Måleområde ¹	Bemærkning
Organiske forbindelser (fortsat)	Dioxiner og furaner	DS/EN 1948, del 1, 2 og 3	<i>Determination of mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs</i>	Fra ca. 4 % af grænseværdien på 0,1 ng I-TEQ/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-15
	PFAS	OTM-45	<i>Other Test Method 45. Measurement of Selected Per-and Polyfluorinated Alkyl Substances from Stationary Sources</i>	Afhænger af parameter og udsugningsmængde.	-
	Mineralsk olie	US EPA Method 0010 modificeret	<i>Modified Method 5 sampling train</i>	0,1 – 50 mg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-14 Bemærk, at både emissionsgrænseværdi og B-værdi kun omfatter aerosoldelen af mineralsk olie; der stilles ikke krav til gasformige forbindelser af mineralsk olie.
	Aminer (primære og sekundære alifatiske og aromatiske aminer)	NIOSH 2540, OSHA: PV 2018, PV 2111, PV 2116, PV 2122, PV 2116	<i>Manuel opsamling på coatede adsorptionsrør, og efterfølgende analyse ved højtryksvæskekromatografi med UV-detektion</i>	0,1 – 5 mg/m ³ (n,t)	Se metodeblad MEL-20 Prøvetagning udføres i henhold til MEL-17

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode			
		Standard	Titel	Måleområde ¹	Bemærkning
Organiske forbindelser (fortsat)	Aminer, nitraminer og nitrosaminer (fra aminbaseret CO ₂ -fangst)	The 8th Trondheim Conference on CO ₂ Capture, Transport and Storage: Round Robin Tests on Nitrosamines Analysis in the Effluent of a CO ₂ Capture Pilot Plant, by I. Fraboulet (INERIS) et al., 2016	<i>Isokinetisk opsamling uden filter, efterfulgt af vaskeflasker med sulfaminsyre.</i>	Afhænger af parameter og udsugningsmængde.	Se metodeblad MEL-28
Lugt	Lugt	DS/EN 13725	<i>Air Quality - Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry.</i>	50 – 100.000 LE/m ³ .	Måleområdet kan udvides ved fortynding. Se metodeblad MEL-13
Sekundære parametre	Volumenstrøm	DS/EN ISO 16911-1 DS/CEN/TR 17078	<i>Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 1: Manual reference method Guidance on the application of EN ISO 16911-1</i>	ca. 5- 50 m/s	Se metodeblad MEL-25 Måleområdet afhænger af den valgte metode.

Sekundære parametre (fortsat)	Oxygen (O ₂)	DS/EN 14789	<i>Determination of volume concentration of oxygen (O₂) – Reference method - Paramagnetism.</i>	0,1-25 Vol %	Se metodeblad MEL-05
	Carbondioxid (CO ₂)	DS/CEN/TS 17405	<i>Determination of the volumen concentration of carbon dioxide - Reference method: infrared spectrometry.</i>	Ikke angivet	Alternativ metode: se metodeblad MEL-26
	Vand (H ₂ O)	DS/EN 14790	<i>Determination of the water vapour in ducts.</i>	4-40 %RH 3,6-31 Vol % (våd basis)	Alternativ metode: se metodeblad MEL-26
	Temperatur	IEC Publication 584-2	<i>Thermocouples.</i>	ned til: -40°C op til: 1600°C	VDI 3511 Bl. 1-5 kan også benyttes. Måleområde: (afhænger af type) (tolerance-klasse 2)
Multi-komponent monitorer	<i>Udvalgte komponenter: H₂O, CO₂, CO, N₂O, NO, NO₂, SO₂, NH₃, HCl, HF og CH₄.</i>	CEN/TS 17337	<i>Determination of mass concentration of multiple gaseous species — Fourier transform infrared spectroscopy.</i>	Afhængig af monitor og parameter (fra ca. 2 ppm)	Se metodeblad MEL-26 Alternativ metode: H₂O: DS/EN 14790 CO₂: CO: Se metodeblad MEL-06 N₂O: DS/EN ISO 21258 NO_x: Se metodeblad MEL-03 SO₂: Se metodeblad MEL-04 og CEN/TS 17021 NH₃: Se metodeblad MEL-24 HCl: Se metodeblad MEL-19 og Alternativ metode: se EN 16429 (udkommer primo 2020) HF: Se metodeblad MEL-19 CH₄: DS/EN ISO 25140

Noter til tabel 1:

Note 1: Måleområde

Måleområdet, som det fremgår af referencen. $< xx \text{ mg/m}^3$ betyder at måleområdet er opgivet uden detektionsgrænse. Måleområdet kan normalt udvides ved at ændre på relevante parametre som fx. den udsugede prøvegasmængde eller fortynding af laboratorieprøven.

Note 2: Særlige bemærkninger vedr. asbest- og mineraluldsfibre

Metoden er stort set identisk med Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 792 af den 15. december 1988 om begrænsning af udledning af asbest til luften fra industrielle anlæg.

Der findes en række internationale standarder til bestemmelse af asbestfibre med mere sofistikerede metoder – f.eks. ISO 13794 (Transmission Elektron Mikroskopi) og ISO 14966 (Scanning Elektron Mikroskopi), som udmærket vil kunne finde anvendelse på emissionsområdet. Fordelen er en betydeligt større identifikations sikkerhed – til gengæld er omkostningerne højere. I praksis anvendes de som backup – f.eks. til bekræftelse af analyseresultater baseret på lysmikroskopi, eller ved analyse af filtre med en generel stor støvbelastning.

Note 3: Særlige bemærkninger vedr. Cr(VI)-måling og vilkår

Cr(VI) (chromater) bestemmes som angivet som totalchrom efter EN 14385 og MEL-08a. Denne totalmetode benyttes sammen med en dokumenteret viden om den sandsynlige andel af Cr(VI) af totalchrom emissionen. Hvis viden er begrænset eller udokumenteret sættes andelen til 100 %. Denne metode anvendes udelukkende på virksomheder som udleder Cr(VI). Virksomheder som udleder Cr, men hvor det ikke vurderes sandsynligt at der kan emitteres Cr(VI) reguleres efter emissionsgrænseværdien og B-værdien for *Chrom-forb. andre end Cr VI i uorg. støv*.

Hvis der sker overskridelser af grænseværdien for Cr(VI) ved totalchrom måling og 100 % reglen, må der indledes en diskussion/argumentation/vurdering mellem virksomhed, tilsynsmyndighed og evt. en konsulent. Hvis dette ikke fører til, at det kan sandsynliggøres, at grænseværdien for Cr(VI) er overholdt, kan næste skridt være en dokumentation med USEPA method 0061 (se forprojekt vedr. Cr(VI) måling på www.ref-lab.dk) eller en rensningsløsning. Måling efter USEPA method 0061 er ikke umiddelbart tilgængelig i Danmark og kan derfor være temmelig omkostningstung, hvorfor en rensningsløsning kan være lige så hensigtsmæssig. Det er dog Referencelaboratoriets og Miljøstyrelsens holdning at denne situation kun vil opstå på et fåtal af virksomheder i Danmark og sandsynligvis slet ikke. På galvanovirksomheder kan det generelt godt antages at Cr(VI) andelen er 100 % i de afkast hvor Cr(VI) forekommer.

Note 4: ”Stationary source emissions” fjernet fra titlen i ISO og EN standarder

Af hensyn til overskueligheden af tabel 11 er den generelle titel ”Stationary source emissions” fjernet fra titlen i alle ISO og EN standarder. Titlerne indeholder stadig beskrivelsen af hvad standarden handler om.

Note 5: Bemærkninger vedr. SO₃ måling

Ved atmosfære temperatur vil alt SO₃ i praksis være omdannet til H₂SO₄ på væskefase og en måling af SO₃-emissioner bør derfor inkludere både SO₃ og H₂SO₄ uanset fase.

På anlæg med røggaskondensering forsvinder alt SO₃/H₂SO₄ sammen med kondensatet og SO₃ skal dermed ikke måles.

Når SO₃/H₂SO₄ måles skal svovlsyredugpunktet beregnes. Ved risiko for dråber, bør der prøvetages isokinetisk.

Beregning af svovlsyredugpunkt kan ske efter følgende formel (Pierce, 1977):

$$\text{H}_2\text{SO}_4: \frac{1000}{T} = 2,276 + 0,02943 \ln(p_{\text{H}_2\text{O}}) - 0,0858 \ln(p_{\text{SO}_3}) + 0,0062 \ln(p_{\text{H}_2\text{O}}) \ln(p_{\text{SO}_3})$$

Hvor: T = syredugpunkt [K] og p = partialtryk [mmHg]

Metodeliste, Automatisk Målende Systemer, AMS

Der anbefales generelt ikke målemetoder til AMS, idet der i stedet stilles krav til kvalitetssikringen af AMS resultater.

Automatisk målende systemer, AMS

Generelt er der ingen måleområder indeholdt i disse standarder. Derimod relateres kravene til måleområde og/eller målt koncentration.

Parallelmålinger, der indgår i QAL2 og AST (kvalitetssikring af AMS), udføres i henhold til Miljøstyrelsens anbefalede metoder, som kan findes i Tabel 1.

Tabel 2. Anbefalede metoder til måling af luftforurening fra virksomheder (emission): Metoder til anlægsmåling med automatisk målende systemer, AMS.

Stofgruppe	Parameter	Anbefalet metode		
		Standard	Titel	Bemærkning
Kvalitets-sikring af AMS	Gælder for alle relevante parametre	DS/ISO 14956 DS/EN 15267-1-3 DS/EN 14181 DS/EN 13284-2 (støv/partikler) DS/EN ISO 16911-2 (flow og hastighed) DS/EN 14884 (kviksølv (Hg))	DS/EN ISO 14956 <i>Air quality – Evaluation of the suitability of a measurement procedure by comparison with a required measurement uncertainty</i> DS/EN 15267 <i>Certification of automated measuring systems</i> DS/EN 14181 <i>Quality assurance of automated measuring systems</i> DS/EN 13284-2 <i>Determination of low range mass concentration of dust – Part 2: Automated measuring systems</i> DS/EN ISO 16911-2 <i>Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 2: Automated measuring systems</i> DS/EN 14884 <i>Determination of total mercury: automated measuring systems</i>	Se metodeblad MEL-16 vedr. kvalitetssikring af automatisk målende systemer (AMS)