



## 6. supplement til Luftvejledningen (vejledning nr. 2 2001) – Kapitel 6 om energianlæg

Med dette supplement bortfalder kapitel 6 i Miljøstyrelsens vejledning nr. 2 2001, Luftvejledningen, og 1. supplement af 30. september 2003 til Luftvejledningen.

Dette supplement er udarbejdet i forbindelse med implementeringen af direktiv om begrænsning af visse luftforurenende emissioner fra mellemstore fyringsanlæg i den danske lovgivning. Med supplementet er kapitel 6 opdateret, så det er tidssvarende.

### Kapitel 6 Energianlæg

#### 6.1. Anvendelsesområde

Emissionsgrænseværdier i dette kapitel gælder ikke energianlæg, som er omfattet af:

- Bekendtgørelse om miljøkrav for mellemstore fyringsanlæg.
- Standardvilkårsbekendtgørelsen, jf. afsnit om listepunkt G201 og G202.
- Standardvilkårsbekendtgørelsen, jf. afsnit om listepunkt E207 og 6.4 b) ii) -9.
- Gasmotorbekendtgørelsen.
- Bekendtgørelse om forbrænding af visse typer træaffald på trævareforarbejdende virksomheder.
- Bekendtgørelse om store fyringsanlæg.\*)
- Bekendtgørelse om fyringsanlæg på platforme på havet.
- Bekendtgørelsen om anlæg, der forbrænder affald.
- Forordning om animalske biprodukter – bestemmelserne om fyringsanlæg, som anvender husdyrgødning som brændsel<sup>1</sup>

\*) Dog indeholder dette kapitel emissionsgrænseværdier for visse spormetaller for store fyringsanlæg, der anvender kul, brunkul, fuelolie, orimulsion og lignende brændsler.

Energianlæg, hvis røggas anvendes til direkte opvarmning, tørring eller enhver anden behandling af genstande eller materialer, er ikke omfattet af emissionsgrænseværdier i dette kapitel. På disse anlæg er der direkte kontakt mellem røggassen fra energianlægget og de genstande og materialer, der opvarmes eller tørres. Fremstilling af fødevarer, som sukker, kartoffelstivelse, animalsk protein og blodprodukter er eksempler på produktioner, som anvender direkte tørring. Et andet eksempel er direkte fyrede tørrerier på korn- og foderstofvirksomheder, hvor røggassen anvendes til tørring af planteavlsafgrøder.

---

<sup>1</sup> Artikel 6, stk. 6-8, i Forordning nr. 142/2001.

Energianlæg, hvis røggas anvendes til indirekte opvarmning, tørring eller enhver anden behandling af genstande eller materialer, er omfattet, medmindre anlægget er omfattet af en af ovennævnte bekendtgørelser. På disse anlæg er der ikke kontakt mellem røggassen fra energianlægget og de genstande og materialer, der opvarmes eller tørres. Som eksempel kan nævnes indirekte fyrede tørrerier på korn- og foderstofvirksomheder, hvor energianlægget anvendes til at opvarme den luft, som tørrer planteavlsafgrøder.

For alle andre stoffer end dem, der er emissionsgrænseværdier for i dette kapitel, gælder vejledningens massestrømsgrænser og emissionsgrænseværdier, dog vil det kun i særlige tilfælde være nødvendigt at fastsætte emissionsgrænseværdier udover dem, der er fastsat i dette kapitel. B-værdier gælder for alle stoffer og alle anlæg.

For fyringsanlæg med en nominale indfyret termisk effekt på mindre end eller lig med 1 MW, som anvender fast brændsel, herunder brændeovne, brændekedler og halmfyr, henvises til Miljøstyrelsens brændefyringsportal, som kan findes på dette link: [brændefyringsportal](#). Her kan man også finde Miljøstyrelsens vejledning om regulering af luftforurening fra brændefyring.

Dette kapitel fastsætter også metode til beregning af SO<sub>2</sub>-emissioner på baggrund af brændselsanalyser som alternativ til præstationskontrol for SO<sub>2</sub>. Denne metode kan anvendes i forhold til anlæg omfattet af:

- bekendtgørelsen om store fyringsanlæg
- bekendtgørelsen om mellemstore fyringsanlæg
- regler om brænding af husdyrgødning i forordning om animalske biprodukter

## 6.2. Definitioner

Den termiske indfyrede effekt beregnes ved at multiplicere brændselsmængden med brændslets nedre brændværdi. Hvis mærkepladeeffekten er opgivet som akseffekt eller generatoreffekt beregnes den indfyrede effekt ved at dividere den nominelle aksel/generatoreffekt med effektiviteten.

Brændværdien er et mål for den varmemængde, der frigives ved forbrænding. Der skelnes mellem nedre og øvre brændværdi. Den nedre (effektive) brændværdi angiver den varme, der normal udnyttes i et energianlæg. Den øvre (kalorimetrisk) brændværdi inkluderer den varmemængde, der frigives ved kondensering af røggassens indhold af vanddamp.

I tabel 1 er anført nedre og øvre brændværdi for en række brændsler. Det bemærkes, at brændværdien for et givet brændsel afhænger af dets kemiske sammensætning og kan afvige fra værdierne i tabel 1. Desuden har vandindholdet i f.eks. træ betydning for brændværdien.

**Tabel 1. Nedre og øvre brændværdi for udvalgte brændsler**

Brændsel	Nedre brændværdi	Øvre brændværdi
Naturgas	ca. 48,6 MJ/kg	ca. 56 MJ/kg
Gasolie	ca. 43 MJ/kg	ca. 45 MJ/kg
Fuelolie	ca. 41 MJ/kg	ca. 43 MJ/kg
Stenkul	ca. 25 MJ/kg	ca. 26 MJ/kg
Træ (vandindhold på 25 %)	ca. 13,7 MJ/kg	-
Halm	ca. 14,5 MJ/kg	-

**NO<sub>x</sub>** er betegnelsen for summen af nitrogenoxid (NO) og nitrogendioxid (NO<sub>2</sub>). Ved bestemmelse af emissionen af NO<sub>x</sub> skal alt NO<sub>x</sub> omregnes til NO<sub>2</sub>. Ved fyring med de almindelige brændsler består NO<sub>x</sub> af ca. 10 % NO<sub>2</sub> og ca. 90 % NO. Dette gælder dog ikke gasmotorer, hvor der er betydeligt mere NO<sub>2</sub>.

### **6.3 Regulering af kedelanlæg**

Kedelanlæg bør designes, drives, vedligeholdes og justeres på en sådan måde, at den uundgåelige forurening til luften minimeres.

Opstarts- og nedlukningsperioder for kedelanlæg bør holdes så korte som muligt.

#### **6.3.1 Særlige regler for anvendelse af kul, petcoke, brunkul, fuelolie og orimulsion som brændsel**

Kul, petroleumskoks (petcoke), brunkul eller andre brændsler af tilsvarende kvalitet må ikke anvendes i kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mindre end 1 MW, og må ikke anvendes i kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 1 MW og mindre end eller lig 5 MW, der sættes i drift før den 20. december 2018.

Kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 1 MW, der sættes i drift den 20. december 2018 eller herefter, må anvende kul, petroleumskoks (petcoke), brunkul eller andre brændsler af tilsvarende som brændsel under forudsætning af, at emissionsgrænseværdierne og øvrige regler i bekendtgørelse om miljøkrav for mellemstore fyringsanlæg overholdes.

Fuelolie, orimulsion og andre brændsler af tilsvarende kvalitet må ikke anvendes i kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mindre end 1 MW, og må ikke anvendes i kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 1 MW og mindre end 2 MW, der sættes i drift før den 20. december 2018.

Kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 1 MW, der sættes i drift den 20. december 2018 eller derefter, må anvende fuelolie, orimulsion og andre tilsvarende brændsler som brændsel under forudsætning af, at emissionsgrænseværdierne og øvrige regler i bekendtgørelse om miljøkrav for mellemstore fyringsanlæg overholdes.

#### **6.3.2 Kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mindre end 120 kW**

Der er ikke fastsat egentlige emissionsgrænseværdier for kedelanlæg, som anvender naturgas, LPG (Liquified Petroleum Gasses), biogas og gasolie som brændsel, og som har en nominel indfyret termisk effekt på mindre end 120 kW.

Dog henvises til:

- Forordning nr. 813/2013 om gennemførelse af Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/125/EF for så vidt angår krav til miljøvenligt design af anlæg til rumopvarmning og anlæg til kombineret rum- og brugsvandsopvarmning, som fastsætter grænseværdier for NO<sub>x</sub> for visse kedelanlæg, der bringes i omsætning og/eller tages i brug efter den 28. september 2018.
- Forordning nr. 2015/1189 om gennemførelse af Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/125/EF for så vidt angår krav til miljøvenlig design af kedler til fast brændsel, som fastsætter grænseværdier for visse kedelanlæg, der bringes i omsætning og/eller tages i brug efter den 1. januar 2020.

Skorstene til disse anlæg udføres i henhold til de til enhver tid gældende gas- og bygningsreglementer.

### 6.3.3 Kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW

Virksomheden bør inden anskaffelse af nye kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW sikre, at anlægget kan overholde de vejledende emissionsgrænseværdier i tabel 2. Dette kan ske ved præstationskontrol på identisk kedelanlæg, som udføres efter retningslinjerne i luftvejledningens kapitel 5, dog kan præstationskontrollen for gas- og gasoliefyrede anlæg udføres som to målinger af hver 45 minutter varighed. Alternativt kan virksomheden efter tilsynsmyndighedens accept på anden vis sandsynliggøre, at anlægget kan overholde emissionsgrænseværdierne.

**Tabel 2. Emissionsgrænseværdier for kedelanlæg med en nominel termisk indfyret effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW, der anvender naturgas, biogas, LPG eller gasolie som brændsel.**

Brændsel	Emissionsgrænseværdi (mg/normal m <sup>3</sup> ved 10 % ilt)	
	NO <sub>x</sub> regnet som NO <sub>2</sub>	CO
Naturgas	65*	75
LPG	140	80
Biogas	65*	75
Forgasningsgas	100	100
Gasolie	110**	100

\* For anlæg, som blev sat i drift før juni 2001 kan der accepteres en emissionsgrænseværdi op til 125 mg/normal m<sup>3</sup>.

\*\* For anlæg, som blev sat i drift før juni 2001 kan der accepteres en emissionsgrænseværdi op til 250 mg/normal m<sup>3</sup>.

Som udgangspunkt er der ikke behov for efterfølgende kontrol med overholdelse af emissionsgrænseværdierne i tabel 2. Dog kan tilsynsmyndigheden, f.eks. i forbindelse med naboklager, forlange, at emissionsgrænseværdierne kontrolleres ved præstationskontrol i form af to målinger af mindst 45 minutters varighed.

For kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW, som anvender træ, halm eller biomasseaffald som brændsel, og som ikke er omfattet af bekendtgørelse om luftforurening fra fyringsanlæg til fast brændsel under 1 MW (brændeovnsbekendtgørelsen), bør ved drift overholde de vejledende emissionsgrænseværdier i tabel 3. Nye fyringsanlæg skal dog overholde emissionsgrænseværdierne som angivet i Brændeovnsbekendtgørelsen.

**Tabel 3. Vejledende emissionsgrænseværdier for kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW, der anvender træ, halm og biomasseaffald som brændsel.**

Brændsel	Emissionsgrænseværdi (mg/normal m <sup>3</sup> ved 10 % ilt)	
	Støv	CO
Træ	300	500

Halm	300	500*
Biomasseaffald**	300	500

\* Dog 700 for manuelt indfyrede anlæg.

\*\* Biomasseaffald omfattet af biomasseaffaldsbekendtgørelsen.

Som udgangspunkt er der ikke behov for kontrol med overholdelse af emissionsgrænseværdierne i tabel 3. Dog kan tilsynsmyndigheden, f.eks. i forbindelse med naboklager, forlange at emissionsgrænseværdierne kontrolleres ved præstationskontrol. I så fald udføres præstationskontrollen efter retningslinjerne i Luftvejledningens kapitel 5.

Skorstenshøjden for kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW bestemmes ved en OML-beregning, jf. Luftvejledningens kapitel 4.

Emissioner fra manuelt fyrede halmanlæg på mindre end 1 MW kan ikke bestemmes efter Miljøstyrelsens anbefalede metoder, som fremgår af [www.Ref-Lab.dk](http://www.Ref-Lab.dk). I stedet anvendes EN 303-5 med justeringer, jf. ændring af brændeovnsbekendtgørelsen.

#### 6.3.4 Kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 1 MW og mindre end 5 MW

Kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 1 MW og mindre end 5 MW, som er sat i drift inden den 20. december 2018, bør overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 4. Emissionsgrænseværdier i tabel 4 finder anvendelse frem til den 1. januar 2030. Herefter er disse kedelanlæg reguleret af bekendtgørelsen om miljøkrav for mellemstore fyringsanlæg, inkl. bekendtgørelsens emissionsgrænseværdier.

**Tabel 4. Emissionsgrænseværdier for kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 1 MW og mindre end 5 MW, der anvender naturgas, LPG, og gasolie som brændsel.**

**Emissionsgrænseværdierne finder anvendelse til den 1. januar 2030**

Brændsel	Emissionsgrænseværdi (mg/normal m <sup>3</sup> ved 10 % ilt)	
	NO <sub>x</sub> regnet som NO <sub>2</sub>	CO
Naturgas	65*	75
LPG	140	80
Gasolie	110**	100

\* For anlæg, som blev sat i drift før juni 2001, kan der accepteres en emissionsgrænseværdi op til 125 mg/normal m<sup>3</sup>.

\*\* For anlæg, som blev sat i drift før juni 2001, kan der accepteres en emissionsgrænseværdi op til 250 mg/normal m<sup>3</sup>.

Kedelanlæg med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 2 MW og mindre end 5 MW, som er sat i drift inden den 20. december 2018, og som anvender fuelolie, orimulsion og andre brændsler af tilsvarende kvalitet som brændsel, bør overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 5. De vejledende emissionsgrænseværdier i tabel 5 finder anvendelse frem til den 1. januar 2030. Herefter er disse kedelanlæg reguleret af bekendtgørelsen om miljøkrav for mellemstore fyringsanlæg, herunder de emissionsgrænseværdier, der fremgår af bekendtgørelsen.

**Tabel 5. Emissionsgrænseværdier for kedelanlæg med en nominal indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 2 MW og mindre end 5 MW, der anvender fuelolie, orimulsion og lign. som brændsel.**

**Emissionsgrænseværdierne finder anvendelse til den 1. januar 2030**

Stof	Emissionsgrænseværdi (mg/normal m <sup>3</sup> ved 10 % ilt)
Støv	100
NO <sub>x</sub>	300
CO	100
Hg	0,1
Cd	0,1
∑ Ni, V, Cr, Cu og Pb	5

Der er ingen emissionsgrænseværdier for SO<sub>2</sub> for kedelanlæg, der anvender fuelolie, orimulsion og lign. Svovlemissionen er indirekte reguleret af svovlbekendtgørelsens bestemmelser om maksimalt svovlindhold i visse typer fossile brændsler.

Som alternativ til præstationskontrol kan emissioner af spormetaller fra fueloliefyrede anlæg beregnes efter metoden i afsnit 6.6.

Som udgangspunkt er der ikke behov for kontrol med overholdelse af emissionsgrænseværdierne i tabel 4 og 5. Dog kan tilsynsmyndigheden, f.eks. i forbindelse med naboklager, forlange at emissionsgrænseværdierne kontrolleres ved præstationskontrol. I så fald udføres præstationskontrollen efter retningslinjerne i Luftvejledningens kapitel 5.

Dokumentation for overholdelse af B-værdier sker ved en OML-beregning, jf. Luftvejledningen kapitel 4.

### **6.3.5. Emissionsgrænseværdier for spormetaller for store fyringsanlæg**

Fyringsanlæg omfattende af bekendtgørelse om store fyringsanlæg, der anvender pet-coke, fuelolie, orimulsion, eller lignende brændsler, bør overholde emissionsgrænseværdier for spormetaller i tabel 6.

**Tabel 6. Emissionsgrænseværdier for spormetaller for fyringsanlæg omfattende af bekendtgørelse om store fyringsanlæg som anvender pet-coke, fuelolie, orimulsion og lign. som brændsel**

Spormetal	Emissionsgrænseværdi (mg/normal m <sup>3</sup> ved 10 % ilt)
Hg	0,1
Cd	0,1
∑ Ni, V, Cr, Cu og Pb	5

Som alternativ til præstationskontrol kan emissioner af spormetaller fra fueloliefyrede anlæg beregnes efter metoden i afsnit 6.6.

### **6.4. Regulering af motorer med en nominal indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW**

Emissionsgrænseværdierne i dette afsnit finder først anvendelse fra den 1. januar 2030. Indtil da er motorer med en nominal indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW reguleret af gasmotorbekendtgørelsen.

Emissionsgrænseværdier for NO<sub>x</sub> finder ikke anvendelse for motorer og gasturbiner, som er omfattet af forordning nr. 813/2013 af 2. august 2013 om gennemførelse af Europa-Parlamentets og rådets direktiv 2009/125/EF for så vidt angår krav til miljøvenligt design af anlæg til rumopvarmning og anlæg til kombineret rum- og brugsvandsopvarmning, og som bringes i omsætning og/eller tages i brug efter den 28. september 2018.

Dette afsnit omfatter gasmotorer, dieselmotorer og dual-fuel motorer.

Gasmotorer er forbrændingsmotorer, som fungerer efter ottoprincippet, og som anvender elektrisk tænding til forbrænding af brændstof.

Dieselmotorer er forbrændingsmotorer, der fungerer efter dieselprincippet, og som anvender kompressionstænding til forbrænding af brændstof.

Dual-fuel-motorer er forbrændingsmotorer, som anvender kompressionstænding og fungerer efter dieselprincippet ved forbrænding af flydende brændstoffer og efter ottoprincippet ved forbrænding af gasformige brændstoffer.

Motorer bør designes, drives, vedligeholdes og justeres på en sådan måde, at den uundgåelige forurening til luften minimeres.

Emissionsgrænseværdierne i dette afsnit gælder ikke motorer med færre end 500 årlige driftstimer, der anvendes til nødsituationer, dvs. motorer der alene sættes i drift i tilfælde af havari på produktionsanlæg eller ved udfald på transmissionsnettet.

Motorer, der anvendes i projekter til udvikling af ny teknologi, kan midlertidig fritages fra overholdelse af emissionsgrænseværdierne i dette afsnit.

Virksomheden bør inden anskaffelse af en ny motor, der sættes i drift efter den 1. januar 2030 sikre, at motoren kan overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 7. Dette kan ske ved præstationskontrol på identisk motor, som udføres efter retningslinjerne i luftvejledningen kapitel 5, dog kan der nøjes med to målinger af hver 45 minutter varighed. Alternativt kan virksomheden efter tilsynsmyndighedens accept på anden vis sandsynliggøre, at motoren kan overholde emissionsgrænseværdierne.

Motorer, der sættes i drift efter den 1. januar 2030 bør overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 7. Motorer, der blev anmeldt eller godkendt og sat i drift efter den 7. januar 2013 (dvs. motorer, der var defineret som nye i gasmotorbekendtgørelsen), bør ligeledes overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 7 fra 1. januar 2030.

**Tabel 7. Emissionsgrænseværdier for motorer, som**  
**a) sættes i drift efter den 1. januar 2030, eller som**  
**b) blev anmeldt eller godkendt og sat i drift efter den 7. januar 2013.**  
**Emissionsgrænseværdierne finder anvendelse fra 1. januar 2030.**

Brændsel	Emissionsgrænseværdi (mg/normal m <sup>3</sup> ved 15 % ilt)	
	≥ 120 kW og < 1 MW	
	NO <sub>x</sub>	CO
Naturgas	190	190
LPG	190	190
Biogas	190	450

Forgasningsgas	190	1125
Dieselolie	190	190
Gasolie	190	190
Fuelolie	190	190
Vegetabilsk olie	190	190

Motorer, der blev anmeldt eller godkendt før den 7. januar 2013, og som blev sat i drift senest den 7. januar 2014 (dvs. motorer, der var defineret som bestående i gasmotorbekendtgørelsen), bør overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 8 fra 1. januar 2030.

**Tabel 8. Emissionsgrænseværdier for motorer, der er anmeldt eller godkendt før den 7. januar 2013, og som blev sat i drift senest den 7. januar 2014. Emissionsgrænseværdierne finder anvendelse fra 1. januar 2030.**

Brændsel	Emissionsgrænseværdi (mg/normal m <sup>3</sup> ved 15 % ilt)	
	≥ 120 kW og < 1 MW	
	NO <sub>x</sub>	CO
Naturgas	205	190
LPG	205	190
Biogas	375	450
Forgasningsgas	205	1125
Dieselolie	205	190
Gasolie	205	190
Fuelolie	205	190
Vegetabilsk olie	205	190

Som udgangspunkt er der ikke behov for kontrol med overholdelse af emissionsgrænseværdierne i tabel 7 og 8. Dog kan tilsynsmyndigheden, f.eks. i forbindelse med naboklager, forlange at emissionsgrænseværdierne kontrolleres ved præstationskontrol i form af to målinger af hver mindst 45 minutter varighed.

Dokumentation for overholdelse af B-værdier sker ved en OML-beregning, jf. Luftvejledningen kapitel 4.

### **6.5. Regulering af gasturbiner med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW**

Emissionsgrænseværdierne i dette afsnit finder først anvendelse fra 1. januar 2030. Indtil da er gasturbiner med en nominel indfyret termisk effekt på mere end eller lig med 120 kW og mindre end 1 MW reguleret af gasmotorbekendtgørelsen.

Gasturbiner er enhver roterende maskine, der omdanner termisk energi til mekanisk arbejde, og som hovedsagelig består af en kompressor, en termisk anordning, hvori brændslet oxyderes med henblik på at opvarme arbejdsvæsken, og en turbine. Gasturbiner omfatter både gasturbiner med åben cyklus og kombineret cyklus og gasturbiner i kraftvarmedrift, alle med eller uden supplerende indfyring.

Gasturbiner bør designes, drives, vedligeholdes og justeres på en sådan måde, at den uundgåelige forurening til luften minimeres.



Emissionsgrænseværdierne i dette afsnit gælder ikke gasturbiner med færre end 500 årlige driftstimer, der anvendes til nødsituationer, dvs. gasturbiner der alene sættes i drift i tilfælde af havari på produktionsanlæg eller ved udfald på transmissionsnettet.

Gasturbiner, der anvendes i projekter til udvikling af ny teknologi, kan midlertidig fritages fra overholdelse af emissionsgrænseværdierne i dette afsnit.

Virksomheden bør inden anskaffelse af en ny gasturbine, der sættes i drift efter den 1. januar 2030 sikre, at motoren kan overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 9. Dette kan ske ved præstationskontrol på identisk gasturbine, som udføres efter retningslinjerne i luftvejledningen kapitel 5, dog kan der nøjes med to målinger af hver 45 minutter varighed. Alternativt kan virksomheden efter tilsynsmyndighedens accept på anden vis sandsynliggøre, at gasturbinen kan overholde emissionsgrænseværdierne.

Gasturbiner, der sættes i drift efter den 1. januar 2030 bør overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 9.

Gasturbiner, der blev anmeldt eller godkendt og sat i drift efter den 7. januar 2013 (dvs. gasturbiner, der var defineret som nye i gasmotorbekendtgørelsen), bør overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 9 fra 1. januar 2030.

**Tabel 9. Emissionsgrænseværdier for gasturbiner som:**

**a) sættes i drift efter den 1. januar 2030, eller som**

**b) blev anmeldt eller godkendt og sat i drift efter den 7. januar 2013.**

**Emissionsgrænseværdierne finder anvendelse fra 1. januar 2030.**

Brændsel	Emissionsgrænseværdi (mg/normal m <sup>3</sup> ved 15 % ilt)	
	≥ 120 kW og < 1 MW	
	NO <sub>x</sub>	CO
Naturgas	75	100
LPG	75	100
Biogas	75	100
Forgasningsgas	75	100
Diesellole	75	100
Gasolie	75	100
Fuelolie	75	100
Vegetabilsk olie	75	100

Gasturbiner, der blev anmeldt eller godkendt før den 7. januar 2013, og som blev sat i drift senest den 7. januar 2014 (dvs. gasturbiner, der var defineret som bestående i gasmotorbekendtgørelsen), bør overholde emissionsgrænseværdierne i tabel 10 fra 1. januar 2030.

**Tabel 10. Emissionsgrænseværdier for gasturbiner, der er anmeldt eller godkendt før den 7. januar 2013, og som blev sat i drift senest den 7. januar 2014.**

**Emissionsgrænseværdierne finder anvendelse fra 1. januar 2030.**

Brændsel	Emissionsgrænseværdi (mg/normal m <sup>3</sup> ved 15 % ilt)	
	≥ 120 kW og < 1 MW	
	NO <sub>x</sub>	CO

Naturgas	75	100
LPG	75	100
Biogas	75 *	100
Forgasningsgas	75 *	100
Dieselolie	75	100
Gasolie	75	100
Fuelolie	75	100
Vegetabilsk olie	75	100

\* for gasturbiner, som er anmeldt eller godkendt før den 6. juli 2005, hvor det årlige antal driftstimer er under 1.500 som et rullende gennemsnit over 5 år, er emissionsgrænseværdien 110 mg/normal m<sup>3</sup>.

Som udgangspunkt er der ikke behov for kontrol med overholdelse af emissionsgrænseværdierne i tabel 9 og 10. Dog kan tilsynsmyndigheden, f.eks. i forbindelse med naboklager, forlange at emissionsgrænseværdierne kontrolleres ved præstationskontrol i form af to målinger af hver mindst 45 minutter varighed.

Dokumentation for overholdelse af B-værdier sker ved en OML-beregning, jf. Luftvejledningen kapitel 4.

### 6.6. Beregning af SO<sub>2</sub>- og spormetalemissioner

I dette afsnit beskrives alternativ metode, der kan anvendes som erstatning for præstationskontrol for SO<sub>2</sub> på anlæg omfattet af:

- Bekendtgørelsen om store fyringsanlæg.
- Bekendtgørelsen om mellemstore fyringsanlæg.
- Forordning om animalske biprodukter (bestemmelser om fyringsanlæg, der anvender husdyrgødning som brændsel).

Metoden kan også anvendes til beregning af emissioner af spormetaller fra fueloliefyrede kedelanlæg, jf. bekendtgørelsen om mellemstore fyringsanlæg og afsnit 6.3.4 og 6.3.5.

Ved den alternative metode beregnes SO<sub>2</sub> og spormetalemissioner på baggrund af en brændselsanalyse. Beregningen består i al korthed i at dividere svovlkoncentrationen målt i brændslet med den specifikke røggasvolumen baseret på en brændselsanalyse og herefter omregne til reference ilt procenten.

Brændslets svovlindhold og beregning af røggasmængde skal baseres på en akkrediteret brændselsanalyse efter CEN-standarder på repræsentativ prøve af det brændsel, der anvendes på energianlægget.

Beregning af den støkiometriske røggasmængde for faste og flydende brændsler sker efter formel 1. Denne formel kan også anvendes til gasformige brændsler, hvis brændselsanalysen er på grundstofniveau, ellers anvendes formel 2.

**Formel 1. Beregning af den støkiometriske røggasmængde for faste og flydende brændsler**

$$V_{\text{God}} = 8,8930 \cdot \gamma_{\text{C}} + 20,9724 \cdot \gamma_{\text{H}} + 3,3190 \cdot \gamma_{\text{S}} - 2,6424 \cdot \gamma_{\text{O}} + 0,7997 \cdot \gamma_{\text{N}} \quad [\text{m}^3(\text{n,t})/\text{kg}] \quad (\text{formel 1})$$

hvor:

$V_{\text{God}}$  = Støkiometrisk røggasmængde ved normaltilstanden og 0 %  $\text{O}_2$  pr. kg brændsel

(G = røggas, o = støkiometrisk, d = tør)

$\gamma_{\text{C}}$ ,  $\gamma_{\text{H}}$ ,  $\gamma_{\text{S}}$ ,  $\gamma_{\text{O}}$  og  $\gamma_{\text{N}}$  er brændslets indhold af henholdsvis C, H, S, O og N i kg/kg brændsel fundet ved brændselsanalyse

(n,t) angiver tør røggas normaltilstanden, dvs. temperaturen  $0^\circ\text{C}$  og trykket 101,3 kPa

Brændselsanalyse af gasformige brændsler omfatter normalt indhold af kulbrinter og andre stoffer, og ikke indholdet af grundstofferne. For gasformige brændsler anvendes formel 2a (røggasmængde pr.  $\text{m}^3$  gas) eller 2b (røggasmængde pr. kg gas). Hvis et gasformigt brændsel indeholder væsentlige mængder af andre komponenter end dem, der indgår i formel 2a og 2b, kan det være nødvendigt at beregne koefficienter for disse komponenter og medtage dem i formlen.

**Formel 2. Beregning af den støkiometriske røggasmængde for gasformige brændsler**

$$V_{\text{God}} = 1,885 \cdot \gamma_{\text{H}_2} + 2,8811 \cdot \gamma_{\text{CO}} + 8,5584 \cdot \gamma_{\text{CH}_4} + 15,342 \cdot \gamma_{\text{C}_2\text{H}_6} + 22,3251 \cdot \gamma_{\text{C}_3\text{H}_8} + 29,7579 \cdot \gamma_{\text{C}_4\text{H}_{10}} + 37,6901 \cdot \gamma_{\text{C}_5\text{H}_{12}} + 46,6076 \cdot \gamma_{\text{C}_6\text{H}_{14}} + \gamma_{\text{CO}_2} + \gamma_{\text{N}_2} \quad [\text{m}^3(\text{n,t})/\text{m}^3] \quad (\text{formel 2a})$$

$$V_{\text{God}} = 20,9724 \cdot \gamma_{\text{H}_2} + 2,3040 \cdot \gamma_{\text{CO}} + 11,9286 \cdot \gamma_{\text{CH}_4} + 11,3223 \cdot \gamma_{\text{C}_2\text{H}_6} + 11,1017 \cdot \gamma_{\text{C}_3\text{H}_8} + 10,9876 \cdot \gamma_{\text{C}_4\text{H}_{10}} + 10,9179 \cdot \gamma_{\text{C}_5\text{H}_{12}} + 10,8709 \cdot \gamma_{\text{C}_6\text{H}_{14}} + 0,5058 \cdot \gamma_{\text{CO}_2} + 0,7997 \cdot \gamma_{\text{N}_2} \quad [\text{m}^3(\text{n,t})/\text{kg}] \quad (\text{formel 2b})$$

hvor:

$V_{\text{God}}$  = Støkiometriske røggasmængde ved normaltilstanden og 0 %  $\text{O}_2$  pr.  $\text{m}^3$  eller per kg gas.

(G = røggas, o = støkiometrisk, d = tør)

$\gamma_x$  er gassens indhold af komponenten x i  $\text{m}^3/\text{m}^3$  brændsel (formel 2a) eller kg/kg brændsel (formel 2b), hvor x er  $\text{H}_2$ , CO,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ,  $\text{CO}_2$  og  $\text{N}_2$  fundet ved brændselsanalyse

(n,t) angiver tør røggas normaltilstanden, dvs. temperaturen  $0^\circ\text{C}$  og trykket 101,3 kPa

Koncentrationen af svovl i røggassen beregnes ud fra svovlindholdet i brændslet fundet ved brændselsanalysen.

Mængden af  $\text{SO}_2$ , der potentielt kan udledes til luften ved forbrænding af et kg brændsel, beregnes ud fra formel 3.

**Formel 3. Beregning af mængden af SO<sub>2</sub> der potentielt kan udledes til luften pr kg brændsel**

$$C_{\text{SO}_2\text{-Fuel}} [\text{mg/kg}] = \gamma_S [\text{kg/kg}] * 2 [\text{molvægt: SO}_2/\text{S}] * 1.000.000 [\text{mg/kg}] \quad (\text{formel 3})$$
$$= \gamma_S * 2.000.000 [\text{mg/kg}]$$

hvor:

$C_{\text{SO}_2\text{-Fuel}}$  = Mængden af SO<sub>2</sub> der potentielt kan udledes til luften ved forbrænding af et kg brændsel i [mg/kg]

$\gamma_S$  = brændslets indhold af S i kg/kg brændsel fundet ved brændselsanalyse

Ved en brændselsanalyse af faste og flydende brændsler angives svovlindholdet i masse/masse, hvorfor formel 3 kan anvendes direkte.

For gasformige brændsler angives svovlindholdet normalt ikke i masse/masse, men i ppm, % eller mg/m<sup>3</sup> (n,t), som skal omregnes til masse/masse for at kunne anvendes i formel 3.

Den potentielle SO<sub>2</sub>-emission beregnes herefter ved at dividere den beregnede SO<sub>2</sub>-mængde med den beregnede røggasmængde omregnet til relevant ilt referenceprocent. Se formel 4.

**Formel 4. Beregning af SO<sub>2</sub> koncentration ved reference O<sub>2</sub> på 3, 6 og 11 % og 15 %.**

$$C_{\text{SO}_2\text{-Røg}} [\text{mg/m}^3(\text{n,t}) \text{ ved } 3 \% \text{ O}_2] = \gamma_S * 2.000.000 [\text{mg/kg}] / (V_{\text{God}} * 1,16667) \quad (\text{formel 4a})$$

[m<sup>3</sup>/kg (n, t, 3 % O<sub>2</sub>)]

$$C_{\text{SO}_2\text{-Røg}} [\text{mg/m}^3(\text{n,t}) \text{ ved } 6 \% \text{ O}_2] = \gamma_S * 2.000.000 [\text{mg/kg}] / (V_{\text{God}} * 1,4) \quad (\text{formel 4b})$$

[m<sup>3</sup>/kg(n,t, 6 % O<sub>2</sub>)]

$$C_{\text{SO}_2\text{-Røg}} [\text{mg/m}^3(\text{n,t}) \text{ ved } 11 \% \text{ O}_2] = \gamma_S * 2.000.000 [\text{mg/kg}] / (V_{\text{God}} * 2,1) \quad (\text{formel 4c})$$

[m<sup>3</sup>/kg(n,t, 11 % O<sub>2</sub>)]

$$C_{\text{SO}_2\text{-Røg}} [\text{mg/m}^3(\text{n,t}) \text{ ved } 15 \% \text{ O}_2] = \gamma_S * 2.000.000 [\text{mg/kg}] / (V_{\text{God}} * 3,5) \quad (\text{formel 4d})$$

[m<sup>3</sup>/kg(n,t, 15 % O<sub>2</sub>)]

hvor:

$C_{\text{SO}_2\text{-Røg}}$  = SO<sub>2</sub> koncentrationen i røggassen [mg/m<sup>3</sup>(n,t) ved 3, 6, 11 eller 15 % O<sub>2</sub>]

$V_{\text{God}}$  = Støkiometriske røggasmængde ved normaltstanden og 0 % O<sub>2</sub> pr. kg eller pr. m<sup>3</sup> brændsel.

$\gamma_S$  = brændslets indhold af S i kg/kg brændsel fundet ved brændselsanalyse

I formel 4a-4d er korrektionen til referenceiltprocent beregnet ud fra formlen: (21/(21-O<sub>2</sub>ref)).

Ved ovenstående beregning af SO<sub>2</sub>-emissionen er det forudsat, at al brændslets svovlindhold brænder til SO<sub>2</sub> og udledes med røggassen, dvs. der beregnes en teoretisk maksimal emission.

Hvis fyringsanlægget er forsynet med røggasrensning til reduktion af SO<sub>2</sub>-emissionen, vil den faktiske SO<sub>2</sub>-udledning være mindre end den beregnede.

For fast brændsler vil den faktiske SO<sub>2</sub>-udledning også være mindre end den beregnede, da en del af svovlindholdet indbindes i asken. Andelen af svovl, der indbindes, afhænger især af brændslets indhold af basiske komponenter, primært calcium. Der findes ingen anerkendte metode til beregning af, hvor meget svovl der indbindes i asken.

Koncentrationen af spormetaller i røggassen fra fueloliefyrede kedelanlæg beregnes ud fra spormetalindholdet i brændslet fundet ved brændselsanalysen og røggasmængder beregnet ud fra formel 1. Ved beregning af spormetalemissionen er det forudsat, at al brændslets indhold af spormetaller udledes med røggassen.

### 6.7. Estimering af røggasmængder for forskellige brændsler

Røggasmængder fra forbrænding af en række forskellige brændsler kan estimeres ud fra formlerne i tabel 11 og 12. Formlerne kan ikke anvendes til dokumentation af SO<sub>2</sub>- og spormetalemissioner som alternativ til præstationskontrol. Til det formål henvises til formlerne i afsnit 6.6.

**Tabel 11. Formler til estimering af røggasmængder ved forbrænding af 1 kg brændsel.**  
 ”% O<sub>2</sub>” = O<sub>2</sub>-indholdet i røggassen udtrykt i volumenprocent.

Brændsel	Røggasmængde ved forbrænding af 1 kg brændsel *	
	normal m <sup>3</sup> tør røggas	normal m <sup>3</sup> fugtig røggas
Naturgas	$\frac{240}{21 - \% O_2}$	$2,57 + \frac{241}{21 - \% O_2}$
Gasolie	$\frac{217}{21 - \% O_2}$	$1,41 + \frac{221}{21 - \% O_2}$
Fuelolie	$\frac{213}{21 - \% O_2}$	$1,29 + \frac{211}{21 - \% O_2}$
Kul med 13 % vandindhold	$\frac{131}{21 - \% O_2}$	$0,54 + \frac{132}{21 - \% O_2}$
Træ med 25 % vandindhold	$\frac{72}{21 - \% O_2}$	$0,82 + \frac{73}{21 - \% O_2}$
Halm med 10 % vandindhold	$\frac{83}{21 - \% O_2}$	$0,72 + \frac{85}{21 - \% O_2}$

\* Formlerne er baseret på Ref-Lab rapport nr. 78 om beregning af SO<sub>2</sub> emission fra fyringsanlæg, se [www.ref-lab.dk](http://www.ref-lab.dk).

**Tabel 12. Formler til estimering af røggasmængder ved forbrænding af 1 m<sup>3</sup>(n) brændsel.**

”% O<sub>2</sub>” = O<sub>2</sub>-indholdet i røggassen udtrykt i volumenprocent.

Brændsel	Røggasmængde ved forbrænding af 1 m <sup>3</sup> (n) brændsel	
	normal m <sup>3</sup> tør røggas	normal m <sup>3</sup> fugtig røggas
Naturgas *	$\frac{290,4}{21 - \% O_2}$	$3,11 - \frac{291,6}{21 - \% O_2}$

\* Formlerne er baseret på den gennemsnitlige densitet for naturgas i 2016 som målt Energinets kvalitetsmålestation i Egtved (= 0,8265 kg/m<sup>3</sup>(n)), jf. Energinet.dk, og formlerne for naturgas i tabel 11.

### 6.8. Omregning mellem ppm og mg/normal m<sup>3</sup>

- 1 ppm SO<sub>2</sub> = 2,86 mg/normal m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> ved 0 °C og 101,3 kPa.
- 1 ppm NO = 1,34 mg/normal m<sup>3</sup> NO ved 0 °C og 101,3 kPa.
- 1 ppm NO<sub>2</sub> = 2,05 mg/normal m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> ved 0 °C og 101,3 kPa.