

# Emissionsgrænseværdier i IE Direktivet og opnåelige BAT niveauer i BREF dokumenterne for Store fyringsanlæg og Affaldsforbrænding

Ole Schleicher  
FORCE Technology



## Indhold

1. Indledning.....	5
2. Generelt om BREF opnåelige emissionsværdier .....	7
2.1. Dokumentation for overholdelse af grænseværdier .....	7
3. Store fyringsanlæg .....	9
3.1. Grænseværdier og emissionsniveauer for store fyringsanlæg i Danmark .....	9
3.2. Grænseværdier for SO <sub>2</sub> .....	10
3.3. Grænseværdier for NO <sub>x</sub> .....	12
3.4. NH <sub>3</sub> slip fra store fyringsanlæg .....	14
3.5. Grænseværdier for CO .....	15
3.6. Støv grænseværdier .....	15
3.7. Generelt om støvemission .....	16
4. Forbrænding og medforbrænding af affald .....	17
4.1. NH <sub>3</sub> slip fra affaldsforbrændingsanlæg .....	18
5. Generelt om SCR og SNCR rensning .....	19
5.1. Biomasse og SCR .....	19
5.2. SCR Effektivitet .....	20
5.3. NH <sub>3</sub> slip .....	20
5.4. N <sub>2</sub> O emission .....	21
6. Måletekniske udfordringer ved lave grænseværdier .....	23
6.1. Detektionsgrænser for SRM målemetoder .....	23
6.2. AMS måleudstyr .....	24
7. Diskussion og sammenfatning .....	27
8. Referencer .....	29



## 1. Indledning

IPPC- direktivet (Europaparlamentets og Rådets direktiv 2008/1/EF af 15. januar 2008 om integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening) er grundlæggende for regulering af virksomheder og landbrug. Formålet med direktivet er bl.a. at sikre en mere sammenhængende godkendelsesproces for forurenende virksomheder.

IPPC-direktivet erstattes af det nye IE-Direktiv (Industrial Emissions Directive), som trådte i kraft d. 6. januar 2011. Det skal med virkning fra den d. 6. januar 2013 implementeres i dansk ret gennem ændring af love og bekendtgørelser.

IE-Direktivet samler syv eksisterende direktiver om industriemissioner i et direktiv:

- IPPC-direktivet (Miljøbeskyttelsesloven, Husdyrgodkendelsesloven og godkendelsesbekendtgørelser),
- Forbrændingsdirektivet(2000/76) (Bekendtgørelse nr. 162 af 11. marts 2003 om anlæg, der forbrænder affald),
- Direktivet om store fyringsanlæg (2001/80) (Bekendtgørelse nr. 808 af 25. september 2003 om begrænsning af visse luftforurenende emissioner fra store fyringsanlæg),
- Direktivet om emission af organiske opløsningsmidler (1999/13) (Bekendtgørelse nr. 350 af 29. maj 2002 - VOC-bekendtgørelsen) og
- Tre direktiver rettet mod titanium-dioxid-industrien (78/176, 82/883 og 92/112 – ikke relevante for Danmark med undtagelse af bekendtgørelse nr. 832 af 15. oktober 1993 om forbud mod tilførsel og udledning af affald fra titandioxidindustrien til offentlige spildevandsanlæg, vandløb, søer eller havet).

I det nye IE Direktiv er grænseværdierne fra de tidligere direktiver for VOC og anlæg der forbrænder affald stort set fastholdt, mens der generelt er sket stramning af grænseværdierne for stor fyr.

Det anføres i IE Direktiver, at godkendelser generelt skal gives med udgangspunkt i BAT, og der skal anvendes grænseværdier, svarende til de opnåelige emissioner ved de pågældende BAT teknologier. De anførte grænseværdier skal ses som maksimale grænseværdier, som kun skal kan anvendes i undtagelsestilfælde.

De opnåelige emissionsværdier der er anført i BREF dokumenterne, kan dog ikke umiddelbart anvendes som grænseværdier. I forbindelse med revision af BREF dokumenterne er det meningen at der skal indarbejdes BAT konklusioner, med angivelse af grænseværdier der bør gælde ved anvendelse af specifikke BAT teknologier på forskellige anlægstyper og ved anvendelse af forskellige brændsler.

I dette projekt udarbejdes en oversigt over grænseværdier i IE Direktivet med sammenhørende opnåelige BAT niveauer for samme anlægstyper, og det suppleres med viden om aktuelle emissionsniveauer for danske anlæg. Hovedvægten er på affaldsforbrænding og store fyringsanlæg, men VOC'er omtale også.

Det har dog vist sig, at fordi VOC direktivet dækker over mange forskellige industrielle processer fordelt på mange forskellige virksomhedstyper, og de tilsvarende oplysninger om opnåelige BAT emissionsværdier, findes i flere forskellige BREF dokumenter, så har det ikke været muligt at medtage VOC indenfor rammerne af dette projekt. Der kan dog nævnes, at krav og grænseværdier i det nuværende VOC direktiv, som er implementeret i Danmark med VOC-bekendtgørelsen er stort set uændret overført til IE Direktivet.

Følgende problemstillinger diskuteres og vurderes:

- Anlæggenes evne til at leve op til de opnåelige BAT niveauer
- AMS måleevne og SRM måleevne i de "lavere niveauer".
- At målemetodens detektionsgrænse, ifølge MEL-22, skal være < 10 % af GV
- Eventuelle omkostninger for målinger med lavere detektionsgrænser

Emission af NH<sub>3</sub> og N<sub>2</sub>O medtages i overvejelserne, selvom de pt. ikke er dækket af IED direktivet.

FORCE Technology  
Ole Schleicher  
Email: [osc@force.dk](mailto:osc@force.dk)  
Tlf.: 43 26 75 40

## 2. Generelt om BREF opnåelige emissionsværdier

De angives opnåelige emissionsniveauer i de nuværende BREF-dokumenter, men det pointeres tydeligt, at de ikke må betragtes eller anvendes som emissionsgrænseværdier. Det er emissionsniveauer, der kan opnås ved anvendelse af den pågældende BAT, og der er heller ingen oplysninger om midlingstid, målemetode eller andre forhold der er væsentligt for at fastsætte en operationel emissionsgrænseværdi.

Fastlæggelse af passende emissionsgrænseværdier forudsætter, at der tages hensyn til lokale anlægsspecifikke forhold, som det pågældende anlægs udformning og tekniske niveau, dets geografiske placering og det omgivende miljø.

For eksisterende anlæg skal der tages hensyn til omkostninger og tekniske muligheder for at opgradere anlæg og/eller produktion til BAT. Vurderingerne vil ofte involvere valg mellem begrænsning af forskellige typer af miljøpåvirkning. Alt sammen forhold der er i overensstemmelse med den danske miljølovgivnings proportionalitetsprincip.

Ifølge Luftvejledningen bør man ved revurdering af bestående listevirksomheder tilstræbe, at virksomhedens drift på længere sigt baseres på, hvad der anses for BAT for den pågældende virksomhedstype. Der bør gives virksomheden rimelige og realistiske frister til at foretage nyinvesteringer og driftsmæssige ændringer, der bringer virksomheden op på dagens standard.

De opnåelige emissionsniveauer for en given teknik angivet i BREF dokumenter skal generelt forstås som det, der kan opnås efter en periode med et velfungerende, veldrevet og godt vedligeholdt anlæg.

En emissionsgrænseværdi bør af flere grunde altid være højere end det opnåelige emissionsniveau, ellers kan den være umuligt at overholde.

### 2.1. Dokumentation for overholdelse af grænseværdier

Der er flere forhold, som klart adskiller egentlige grænseværdier fra opnåelige emissionsniveauer. For at være entydige og kontrollerbare skal oplysninger om grænseværdier ledsages af:

1. en midlingstid
2. en kontrolperiode
3. angivelse af antallet af prøver/målinger
4. måle og analysemetode
5. kriterier for hvornår målinger dokumenterer overholdelse af grænseværdien

Uden kendskab til de 4 første punkter kan måleværdier og grænseværdier kun sammenholdes med stor usikkerhed. F.eks. kan forskellige måle- og analysemetoder give forskellige resultater.

Der er generelt ingen oplysninger svarende til de 5 punkter i BREF dokumenternes angivelse af opnåelige emissionsniveauer, og de bør indgå ved fastlæggelse af konkrete emissionsgrænseværdier. Det forventes, at der ved de kommende revisioner af BREF dokumenter også behandles disse forhold, så de kommer til at indgå i anbefalingerne om grænseværdier i BAT konklusioner.





### 3. Store fyringsanlæg

Der er væsentlige ændringer i IE-Direktivet i forhold til direktivet for store fyr, særligt for emissionsgrænseværdierne, som generelt er blevet sænket, men der er også ændringer på andre punkter, hvor de væsentligste er:

- Ved beregning af et anlægs samlede indfyret effekt, skal enheder mindre end 15 MW ikke medregnes, hvor der før ikke var nogen nedre grænse.
- Gasmotorer og –turbiner godkendt før 2003 bliver omfattet.
- For offshore anlæg bliver gasmotorer undtaget, ligesom turbiner er det.

Der er også 5 undtagelser, som medlemsstaterne kan tage i anvendelse:

- Mulighed for at fastsætte en fast afsvovlingssats for faste indenlandske brændsler.
- National overgangsplan fra 1/1 2016 til 31/6 2023
- Op til 17.500 timers drift i perioden fra 1/1 2016 til 31/6 2023 uden skærpede krav, for anlæg der tages permanent ud af drift senest den 31/6 2023.
- Små isolerede systemer indtil 31/12 2019 (er ikke relevant for Danmark)
- Lempeligere krav til fjernvarmeanlæg frem til 31/12 2022.

I IE-Direktivets kapitel 3 om store fyringsanlæg, dvs. anlæg med en samlet indfyret effekt på mere end 50 MW, er der i bilag V angivet to sæt grænseværdier i del 1 og del 2.

Grænseværdierne i Del 1 skal overholdes af alle fyringsanlæg der:

- har en godkendelse fra før den 7. januar 2013.
- inden den 7. januar har indgivet fuldstændig ansøgning om godkendelse og hvis anlægget sættes i drift senest den 7. januar 2014,

Grænseværdierne i Del 2 skal overholdes af alle fyringsanlæg der:

- sættes i drift efter den 7. januar 2014.
- opfylder betingelserne for at overholde grænseværdierne i Del 1, og fortsat er i drift efter den 7. januar 2014 overholde grænseværdierne i Del 2 fra denne dato. Undtagen herfor er anlæg som der er indrømmet undtagelser for, jf. artikel 4, stk. 4, i direktiv 2001/80/EF /8/.

Som nævnt i indledningen, skal grænseværdierne anses som minimumsværdier, og ved godkendelser skal der stilles krav med grænseværdier, der modsvarer de BAT konklusioner, som indarbejdes ved revision af BREF dokumenterne. Når Kommissionen har vedtaget en BAT konklusion, skal tilsynsmyndigheden inden 4 år efter vedtagelsen revurdere alle godkendelses vilkår for de berørte anlæg, og anlæggene skal leve op til BAT konklusionerne inden for den periode.

Da der p.t. ikke er vedtaget nogen BAT konklusioner, og da det heller ikke vil ske før BREF dokumenterne er blevet revideret og godkendt, hvilket tidligst kan ske i 2014 for BREF dokumentet for store fyringsanlæg, hvor revisionsarbejdet er startet op i 2011.

#### 3.1. Grænseværdier og emissionsniveauer for store fyringsanlæg i Danmark

I de følgende afsnit præsenteres grænseværdierne for den nuværende bekendtgørelse om store fyringsanlæg /1/, sammen med grænseværdier fra IE Direktivet og de opnåelige emissionsværdier fra BREF dokumentet om store fyringsanlæg.

Værdierne sammenlignes med viden om aktuelle emissionsniveauer for danske kraftværker og andre store fyringsanlæg, som dels kommer fra indberetninger for tredje kvartal 2010 til Miljøstyrelsen, dels fra grønne regnskaber og dels fra projektet om Emissionskortlægning for decentral kraftvarme 2007 /3/.

Alle grænseværdier forkortes GV, og gælder for tør gas omregnet til 273,15 K, 101,3 kPa og en reference ilt på:

- 6 % for fast brændsel
- 3 % for flydende og gasformigt brændsel
- 15 % for gasturbiner og gasmotorer

Alle steder anvendes enheden  $\text{mg/m}^3(\text{ref})$ , som referer til ovenstående referencetilstand.

Der anvendes også forkortelsen GV for grænseværdi, og LCP for Store fyringsanlæg (Large Combustion Plants).

### 3.2. Grænseværdier for $\text{SO}_2$

**Tabel 1.  $\text{SO}_2$  GV for stenkul og andet fast brændsel, sammen med de opnåelige emissionsværdier for tørv fra LCP BREF dokumentet. Enhed [ $\text{mg/m}^3(\text{ref})$ ]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
50 - 100 MW	2.000	850	200 – 400	200 - 400	400	400
100 - 300 MW	400 + 4 * (500 - effekt)	200	100 - 250	100 – 200	250	200
>300 MW	400	200	20 - 200	20 - 150	200	150

Grænseværdierne i IE Direktivet svarer konsekvent til de høje værdi i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i LCP BREF dokumentet.

På kulfyrede kraftværker med  $\text{SO}_2$ -rensning er  $\text{SO}_2$  emissionen som døgnmiddelværdi for 3. kvartal 2010 registreret til at være fra  $86 \text{ mg/m}^3(\text{ref})$  og ned til under  $10 \text{ mg/m}^3(\text{ref})$ .

Der er enkelte kraftværksblokke uden  $\text{SO}_2$  rensning, som typisk er reserveblokke under undtagelsesreglerne med lempeligere emissionsgrænser, som kan startes op i løbet af kort tid. Der er derfor også kun fundet et par tal for  $\text{SO}_2$  emissionen, som begge er omkring  $700 \text{ mg/m}^3(\text{ref})$ .

Der findes desuden nogle ældre kulfyrede kedler på industrianlæg, med mindre moderne forbrændingsteknologi og ingen  $\text{SO}_2$  rensning, og dermed sandsynligvis højere emissioner, men vi har ikke umiddelbart nogen tilgængelige data.

**Tabel 2. SO<sub>2</sub> GV for biomasse, sammen med de opnåelige emissionsværdier for tørv fra LCP BREF dokumentet. Enhed [mg/m<sup>3</sup>(ref)]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
50 - 100 MW	2.000	200	200 - 300	200 - 300	200	200
100 - 300 MW	400 + 4 * (500 - effekt)	200	200 - 300	200 - 300	200	200
>300 MW	400	200	50 - 200	50 - 150	200	150

LCP BREF indeholder kun opnåelige emissionsværdier for tørv og ikke for anden biomasse og da der ikke fyres med tørv på danske anlæg er værdierne ikke relevante.

Grænseværdierne i IE Direktivet er næsten helt konsekvent fastsat til den høje værdi i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet, men her er det den lave værdi i intervallerne, der er fastsat som grænseværdi for både bestående og nye anlæg op til 300 MW.

Indholdet af svovl i de almindeligt forekommende danske biobrændsler halm og træ er så lavt, at SO<sub>2</sub> emissionen er pænt lavere end de anførte grænseværdier, så de kan overholdes uden nogen form for rensning. Halm indeholder normalt mere svovl end træ, og den halmfyrede blok på Avedøreværket har indberettet en SO<sub>2</sub> emission på 110 mg/m<sup>3</sup>(ref).

**Tabel 3. SO<sub>2</sub> GV for flydende brændsler, sammen med de opnåelige emissionsværdier fra LCP BREF dokumentet. Enhed [mg/m<sup>3</sup>(ref)]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
50 - 100 MW	1.700	850	100 - 350	100 - 350	350	350
100 - 300 MW	1.700	200 + (300 - effekt)	100 - 250	100 - 200	250	200
>300 MW	400 + 6,5 * (500 - effekt)	200	50 - 200	50 - 150	200	150

Grænseværdierne i IE Direktivet er her konsekvent fastsat til de høje værdier i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet.

Store fyringsanlæg er omfattet af reglerne for svovlindhold i brændsler, men der kan opnås dispensation til at anvende olie med højere svovlindhold, hvis der foretages rensning for SO<sub>2</sub>.

**Tabel 4. SO<sub>2</sub> GV for naturgasfyrede anlæg, undtagen motorer og turbiner. Enhed [mg/m<sup>3</sup>(ref)]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
> 50 MW	35	35	35	35

Der er ikke angivet nogen opnåelige emissionsværdier for SO<sub>2</sub> emissionen fra fyring med naturgas BREF dokumentet, fordi naturgas anses for at være svovlfrit.

Naturgasfyrede anlæg uanset type og alder kan umiddelbart overholde de angivne grænseværdier, fordi svovlindholdet i dansk naturgas er meget lavt.

Ved anvendelse af biogas, som indeholder varierende koncentration svovlbrinte, kan emissionen af SO<sub>2</sub> nemt være højere end de angivne grænseværdier. Der er ikke kendskab til anvendelse af biogas på nogen danske anlæg, som er omfattet af bekendtgørelsen om store fyr. Det findes dog velkendte og velafprøvede teknologier til at rense biogas for svovlbrinte, så man kan sagtens komme under grænseværdierne, om end det kan være forbundet med betragtelige omkostninger til investering og drift.

### 3.3. Grænseværdier for NO<sub>x</sub>

**Tabel 5. NO<sub>x</sub> GV for stenkul og andet fast brændsel, sammen med de opnåelige emissionsværdier fra LCP BREF dokumentet. Enhed [mg/m<sup>3</sup>(ref)]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
50 - 100 MW	600	400	90 - 300	90-300	300	300
100 - 300 MW	600	200	90-200	90-200	200	200
>300 MW	600 Dog 500 for anlæg >500 MW	200	90-200	90-150	200	150

Grænseværdierne i IE Direktivet er her konsekvent fastsat til de høje værdier i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet.

På danske kulfyrede kraftværker, der evt. medforbrænder 10-15% halm eller flis, er NO<sub>x</sub> emissionen generelt mindre end 100 mg/m<sup>3</sup>(ref) (45-75), hvilket viser, at de anlæg er forsynet med SCR rensning. Enkelte kraftværksblokke uden SCR rensning har væsentlig højere NO<sub>x</sub> emissioner, men overholder alligevel de givne emissionsgrænseværdier i deres miljøgodkendelser. På grund af NO<sub>x</sub> afgiften, er der et økonomisk incitament til at anvende blokke uden SCR mindst muligt, og med den kommende forhøjelse af afgiften forstærkes dette incitament, ligesom det vil gøre det mere attraktivt at installere SCR.

Grænseværdierne for NO<sub>x</sub> kan således nemt overholdes, og lavere grænseværdier kan også overholdes, men det kan være et stort problem at overholde grænseværdien ved lav last, som f.eks. regulerkraft anlæggene ofte kører ved. De skal være klar til at køre op i last, når der er behov for det, f.eks. når vindmøllerne ikke producerer så meget, pga. manglende vind. Ved lav last er temperaturen i røggassen lavere, og det giver problemer med udfældninger af ammoniumbisulfat, som dels kan spærre for katalysatorens effekt pga. belægningen og dels kan give belægninger i røggasset efter katalysatoren. Natriumbisulfat dannes ved reaktion mellem ammoniak og SO<sub>3</sub>, og der dannes altid en lille smule SO<sub>3</sub> når svovl brænder til SO<sub>2</sub>. Desuden sker der en lille oxidation af SO<sub>2</sub> til SO<sub>3</sub> i katalysatoren. I perioder med lav last køres derfor ofte uden dosering af NH<sub>3</sub>, hvorved der ikke er nogen rensning i SCR katalysatoren.

**Tabel 6. NO<sub>x</sub> grænseværdier for biomasse (og tørv), sammen med de opnåelige emissionsværdier fra LCP BREF dokumentet. Enhed [mg/m<sup>3</sup>(ref)]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
50 - 100 MW	600	400	150 - 300	150 - 250	300	250
100 - 300 MW	600	300	150 - 250	150 - 200	250	200
>300 MW	600 Dog 500 for anlæg >500 MW	200	50 - 200	50 - 150	200	150

Grænseværdierne i IE Direktivet er her konsekvent fastsat til de høje værdier i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet.

Der er mange biomassefyrede anlæg i Danmark, men kun få af dem er større end 50 MW og omfattet af Bekendtgørelsen om store fyr. Nogle har SNCR rensning for NO<sub>x</sub> og nogle har røggastilbageføring, som reducerer NO<sub>x</sub> dannelsen, og de anlæg har typisk NO<sub>x</sub> emissioner mellem 150 og 300 mg/m<sup>3</sup>(n,t) ved 6% O<sub>2</sub>. Rensning med SCR katalysator har hidtil ikke været særligt anvendeligt til biomassefyrede anlæg, fordi røggassen indehold af specielt kalium relativt hurtigt forgifter katalysatoren, så den mister effektivitet. Det er derfor en meget dyr teknologi, fordi katalysatorens levetid er relativt kort. Der er dog forventning om, at Haldor Topsøe senere på året kan lancere en katalysator som kan tåle røgen fra forbrænding af biomasse.

**Tabel 7. NO<sub>x</sub> grænseværdier for flydende brændsler, sammen med de opnåelige emissionsværdier fra LCP BREF dokumentet. Enhed [mg/m<sup>3</sup>(ref)]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
50 - 100 MW	450	400	150 - 450	150 - 300	450	300
100 - 300 MW	450	200	50 - 200	50 - 150	200	150
>300 MW	450 Dog 400 for anlæg >500 MW	200	50 - 150	50 - 100	150	100

Grænseværdierne i IE Direktivet er her konsekvent fastsat til de høje værdier i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet.

Indholdet af kvælstof i fuelolien fra Nordsøen er omkring 0,5 %, og det medfører en dannelse og emission af brændsels NO<sub>x</sub> på noget mere end den højeste grænseværdi på 450 mg/m<sup>3</sup>(ref), også selvom der anvendes LowNO<sub>x</sub> brændere. Fuelolie kan derfor kun anvendes på anlæg med NO<sub>x</sub> reducerende foranstaltninger.

Gasolie indeholder meget lidt kvælstof, så her er dannelse og emission af brændsels NO<sub>x</sub> meget lav, og emissionen kan holdes på et meget lavt niveau ved anvendelse af LowNO<sub>x</sub> brændere. Prisen på gasolie gør det dog meget lidt attraktivt at anvende i store anlæg.

**Tabel 8. NO<sub>x</sub> grænseværdier for gasfyrede anlæg, sammen med de opnåelige emissionsværdier fra LCP BREF dokumentet. Enhed [mg/m<sup>3</sup>(ref)]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
Kedler	300	150 Dog 100 for anlæg > 300 MW	50 - 100	50 - 100	100	100
Turbiner	300 Dog 200 for anlæg > 500 MW	50 75 <sup>(1)</sup> 50 * η/35 <sup>(2)</sup>	50 - 90	20 - 50	50 75 <sup>(1)</sup> 50 * η/35 <sup>(2)</sup>	50 50 * η/35 <sup>(2)</sup>
Motorer	300	200	20 - 100	20 - 75	100	75

<sup>(1)</sup> 75 mg/Nm<sup>3</sup> i følgende tilfælde, hvor gasturbineeffektiviteten er bestemt ved ISO-basisbelastningsvilkår:

- (i) gasturbiner, der anvendes i et kombineret kraftvarmesystem, der har en samlet effektivitet på over 75 %.
- (ii) gasturbiner, der anvendes i kombinerede anlæg, der i gennemsnit har en samlet årlig elvirkningsgrad på over 55 %.
- (iii) gasturbiner til mekaniske drev.

<sup>(2)</sup> Gasturbiner med enkelt cyklus, der ikke er under note 1, og har en ISO virkningsgrad > 35 %. η er effektiviteten i %.

Grænseværdierne i IE Direktivet er her konsekvent fastsat til de høje værdier i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet, undtagen for bestående turbiner, hvor det er den lave værdi i intervallet der er anvendt (men det er måske en tastefejl?).

Grænseværdierne for NO<sub>x</sub> for gasfyrede anlæg kan generelt overholdes af nyere anlæg med LowNox teknologier, herunder specielt LowNox brændere. Emissionerne fra bestående anlæg kan dog være så tæt på grænseværdierne, at der skal indføres aktiv rensning med SNCR eller SCR, for at kunne overholde grænseværdierne. SNCR kan anvendes i kedler, men ikke i motorer og turbiner. SCR kan i princippet anvendes på alle typer anlæg, men i praksis er det lidt problematisk at installere på eksisterende anlæg, og derfor noget dyrere end ved installation i et nyt anlæg.

### 3.4. NH<sub>3</sub> slip fra store fyringsanlæg

Et DeNO<sub>x</sub> anlæg kræver dosering af NH<sub>3</sub> eller urea for at virke. Optimal virkemåde opnås med en god fordeling og med et lille overskud af NH<sub>3</sub> eller urea, som resulterer i et NH<sub>3</sub> slip. Anlæg med vådrensning efter DeNO<sub>x</sub> vil ikke have betydelige emissioner af NH<sub>3</sub> selv om slippet er stort, idet NH<sub>3</sub> optages nemt i vandet. Anlæg med tør og semitør rensning vil ikke tilbageholde NH<sub>3</sub> slippet i samme omfang.

Kulfyrede anlæg afsætter deres flyveaske og er derfor afhængig af et lavt indhold af ammoniumforbindelser. Samtidig er dosering af NH<sub>3</sub> til DeNO<sub>x</sub> en væsentlig omkostning, som anlægsejeren nok skal sørge for at holde nede. De fleste anlæg med SCR har således gennemført målinger og har optimeret deres NH<sub>3</sub> dosering med henblik på optimal NO<sub>x</sub> reduktion og minimalt NH<sub>3</sub> slip. Endvidere vil den løbende kontrol af flyveaskens kvalitet med henblik på afsætning sikre, at en overdosering af NH<sub>3</sub> stoppes relativt hurtigt. Der er således en række driftsmæssige og økonomiske incitamentter for anlægsejerne til at holde NH<sub>3</sub> slippet på et lavt niveau. Mange anlæg har derfor en AMS måling af NO<sub>x</sub> til at styre doseringen af NH<sub>3</sub>, for løbende at sikre et lavt NH<sub>3</sub> slip.

I RefLab rapport nr. 47 om Vurdering af emissionsgrænseværdien for NH<sub>3</sub> efter DeNO<sub>x</sub> anlæg, anbefales en emissionsgrænseværdi på 10 mg/m<sup>3</sup>(ref) for store fyringsanlæg, men emissionen vil

pga. førnævnte forhold typisk være mindre end  $5 \text{ mg/m}^3(\text{ref})$ , som også er det der angives som opnåelige emission i BREF dokumentet for LCP.

### 3.5. Grænseværdier for CO

Direktivet for store fyringsanlæg har ikke tidligere haft nogen grænseværdier for CO, men i det nye IE Direktiv indføres der grænseværdier for CO, men udelukkende for gasfyrede anlæg.

**Tabel 9. CO grænseværdier for naturgasfyrede anlæg, sammen med de opnåelige emissionsværdier fra LCP BREF dokumentet. Enhed [ $\text{mg/m}^3(\text{ref})$ ]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
Kedler	Der er ingen krav til CO i Bek. 808		30 - 100	30 - 100	100	100
Turbiner			30 - 100	5 - 100	100	100
Motorer			30 - 100	30 - 100	100	100

Grænseværdierne i IE Direktivet er her konsekvent fastsat til de høje værdier i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet.

### 3.6. Støv grænseværdier

**Tabel 10. Støv grænseværdi for faste brændsler (kul og biomasse), sammen med de opnåelige emissionsværdier fra LCP BREF dokumentet. Enhed [ $\text{mg/m}^3(\text{ref})$ ]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
50 - 100 MW	100	50	5 - 30	5 - 20	30	20
100 - 300 MW	100	30	5 - 25*	5 - 20	25*	20
>300 MW	100 Dog 50 for anlæg >500 MW	30	5 - 20	5 - 10	20	10*

\* 20 for Biomasse:

Grænseværdierne i IE Direktivet er her konsekvent fastsat til de høje værdier i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet.

**Tabel 11. Støv grænseværdi for flydende brændsler, sammen med de opnåelige emissionsværdier fra LCP BREF dokumentet. Enhed [ $\text{mg/m}^3(\text{ref})$ ]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		LCP BREF dokument		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
50 - 100 MW	50	50	5 - 30	5 - 20	30	20
100 - 300 MW	50	30	5 - 25	5 - 20	25	20
>300 MW	50	30	5 - 20	5 - 10	20	10

Grænseværdierne i IE Direktivet er her konsekvent fastsat til de høje værdier i intervallerne for opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet.

Anlæg der fyres med tung olie (f.eks. fuelolie og orimulsion) vil typisk overskride grænseværdien på 50 mg/m<sup>3</sup>, pga. askeindholdet i olien, hvis der ikke er nogen rensning. Rensning for SO<sub>2</sub> vil normalt også reducere støv til under grænseværdien.

Anvendes gasolie med lavt svovlindhold, kan grænseværdierne for både SO<sub>2</sub> og støv normalt overholdes uden nogen rensning.

**Tablet 12. Støv GV for naturgas (undtagen motorer og turbiner). Enhed [mg/m<sup>3</sup>(ref)]**

Samlet termisk indfyret effekt	Bek. 808 af 25/9 2003		IE Direktiv – fra 1/1 2013	
	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 8/10-03	Bestående anlæg	Nye anlæg fra 7/1-14
> 50 MW	5	5	5	5

Der er ingen ændring i grænseværdien for støv fra naturgas fyrede kedler, hvilket skyldes at naturgas ikke indeholder nogen askeest.

Forbrænding af naturgas generer kun beskedne støvemissioner, som normalt er betydeligt under grænseværdien på 5 mg/m<sup>3</sup>(ref). Der er derfor heller ingen angivelser af opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet for LCP.

### 3.7. Generelt om støvemission

Anlæg med posefiltre har normalt støvemissioner der er mindre end 10 mg/m<sup>3</sup>, og mange er også under 1 mg/m<sup>3</sup>, så de har ingen problemer i at overholde grænseværdierne for nye anlæg.

Anlæg med elektrofiltre er ofte lidt ældre anlæg, som er dimensioneret efter noget højere emissionsgrænseværdi end de nugældende, f.eks. 100 mg/m<sup>3</sup>. Eksisterende anlæg med elektrofiltre kan have vanskeligheder ved at overholde meget lavere grænseværdier, og det kan være problematisk at ombygge elektrofiltre til større effektivitet.

Posefiltre er generelt mere effektive end elektrofiltre, så for bestående anlæg med elektrofilter, kan det være nødvendigt med en omfattende opgradering af elektrofilteret, eller udskiftning til posefilter, hvis en lavere grænseværdi skal overholdes.

Med posefiltre kan anlæggene i princippet overholde lavere grænseværdier end IE Direktivets grænseværdier for nye anlæg



## 4. Forbrænding af affald

IE Direktivet har fastholdt de eksisterende grænseværdierne for affaldsforbrændingsanlæg, men ligesom for store fyringsanlæg, så skal de betragtes som maksimale værdier, og der skal ved godkendelser og revurderinger tages udgangspunkt i de BAT konklusioner, som forventes udarbejdet i forbindelse med den kommende revision af BREF dokumentet for affaldsforbrændingsanlæg.

De gældende grænseværdier for emission til luft i den nuværende bekendtgørelse for anlæg der brænder affald, som svarer til værdierne i IE Direktivet, er i Tabel 13 vist sammen med de opnåelige emissionsniveauer i BREF dokumentet for affaldsforbrænding (Waste Incineration).

Alle grænseværdier forkortes GV, og gælder for tør gas omregnet til 273,15 K, 101,3 kPa og en reference ilt på 11 % for affald.

**Tabel 13. Grænseværdier og opnåelige emissionsværdier for affaldsforbrændingsanlæg**

Stof	Døgnmiddelværdi [mg/m <sup>3</sup> (ref)]		½-timemiddelværdi [mg/m <sup>3</sup> (ref)]		
	BREF opnåelige emissioner	Direktiv	BREF opnåelige emissioner	Direktiv	
				A – 100 %	B – 97 %
Totalstøv	1 - 5	10	1 - 20	30	10
HCl	1 - 8	10	1 - 50	60	10
HF	< 1	1	< 2	4	2
SO <sub>2</sub>	1 - 40	50	1 - 150	200	50
NO <sub>x</sub>	40 - 100, SCR	200	40 - 300, SCR	400	200
	120 - 180, SNCR		30 - 350, SNCR		
TOC	1 - 10	10	1 - 20	20	10
CO	5 - 30	50	5 - 100	100	-
Hg	0,001 - 0,02		0,001 - 0,03	0,05	-
Cd+Tl				0,05	
Sb+As+Pb+Cr+ Co+Cu+Ni+V				0,5	
NH <sub>3</sub>	< 10	-	1 - 10	-	-

Målte emissioner på danske anlæg fra emissionskortlægningsprojektet /5/ er vist i Tabel 14.

**Tabel 14. Opnåelige emissionsværdier og målte emissioner for affaldsforbrændingsanlæg**

Stof	Grænseværdier [mg/m <sup>3</sup> (ref)]	BREF opnåelige emissioner [mg/m <sup>3</sup> (ref)]	Målte emissioner [mg/m <sup>3</sup> (ref)]
Totalstøv	10	1 - 5	< 2-3
HCl	10	1 - 8	<1 – 10
HF	1	< 1	<0,1 - <0,3
SO <sub>2</sub>	50	1 - 40	<1 – 25
NO <sub>x</sub>	200	40 – 100 (SCR)	150 – 190 (SNCR)*
		120 – 180 (SNCR)	
TOC	10	1 – 10	<1 - <2
CO	50	5 – 30	3 - 25
Hg	0,05	0,001 - 0,02	<0,0002 – 0,0055
NH <sub>3</sub>	-	< 10	<0,06 – 0,5

\* Der er så vidt vides ingen danske affaldsforbrændingsanlæg der har NO<sub>x</sub> rensning med SCR, men de fleste har SNCR.

Der er ingen grænseværdi for NH<sub>3</sub>, men i forbindelse med udarbejdelse af BAT anbefalinger, når BREF dokumentet for affaldsforbrænding bliver revideret, kunne der også komme en anbefaling for NH<sub>3</sub>.

Alle målingerne på de danske affaldsforbrændingsanlæg er pænt indenfor intervallerne for de opnåelige emissionsværdier i BREF dokumentet. Målingerne dækker dog over relativt store intervaller, som dels afspejler de lidt forskellige emissioner der kan opnås med de forskellige renseteknologier der anvendes på affaldsforbrændingsanlæg, og dels afspejler eventuelle forskelle i graden af optimal drift for renselanlæggene. F.eks. afspejler emissionerne for NO<sub>x</sub>, at rensningen sandsynligvis er justeret til en rensning der med en rimelig sikkerhed bringer koncentrationen ned under grænseværdien på 200 mg/m<sup>3</sup>(ref), uden at NH<sub>3</sub> slippet bliver for stort. Det samme gælder sandsynligvis også for SO<sub>2</sub> og HCl, fordi bedre rensning vil koste ekstra udgifter til kemikalier og mere restprodukt, der skal deponeres.

#### 4.1. NH<sub>3</sub> slip fra affaldsforbrændingsanlæg

Da affaldsforbrændingsanlæg ikke har krav til måling af NH<sub>3</sub>, så findes der ikke så mange måleresultater, så datagrundlaget er baseret på relativt få målinger, men det viser dog tydeligt, at der kan opnås en meget lav emission.

Der er to oplagte grunde til at de målte værdier er meget lave:

1. Doseringen af NH<sub>3</sub> eller urea til SNCR rensningen er justeret til at overholde grænseværdien, og ikke til maksimal NO<sub>x</sub> reduktion, og det minimerer NH<sub>3</sub> slippet.
2. Anlæg med våd røggasrensning har en naturlig regulering af NH<sub>3</sub> slippet, fordi det absorberes i skrubberen, og ved for højt >NH<sub>3</sub> slip, giver det store problemer med drift af vandrensningssystemet og lugt af NH<sub>3</sub> i lokalerne.

## 5. Generelt om SCR og SNCR rensning

Emissionerne fra de danske kraftværker ligger generelt væsentligt under både de nuværende grænseværdier og nye, men der er enkelte gamle blokke uden rensning, og for dem kan lavere NO<sub>x</sub> grænseværdier enten medføre investering i SCR eller beslutning om reduceret drift, så de kan komme under undtagelsen om restlevetid i direktivet.

Det er specielt GV for NO<sub>x</sub> der kan give problemer, fordi der er et behov for en GV der er højere end det niveau man normalt kan overholde. Der er tre situationer, hvor NO<sub>x</sub> emissionen er højere end normalt:

1. Katalysatoren slides med tiden, og så stiger NO<sub>x</sub> emissionen langsomt. For at udnytte katalysatoren bedst muligt, udskiftes det første lag katalysator (ud af normalt tre lag). De to tilbageblivende lag rykkes ned, så det nye lag sidder sidst, hvor det belastes mindst og derfor holder længst (ligesom de tidligere lag).
2. Når anlæg med SCR kører reduceret last, bliver temperaturen lavere fordi opholdstiden i kedlen bliver længere, og derfor overføres mere varme til kedelvandet. Den lavere røggas temperatur giver udfældninger af natriumbisulfit (NaHSO<sub>3</sub>), hvilket hindrer røggassens kontakt med katalysatoren, og derved NO<sub>x</sub> rensningen. Derfor er det nødvendigt at slukke for NO<sub>x</sub> rensningen, ved at stoppe NH<sub>3</sub> doseringen, hvilket naturligvis giver en betydelig højere NO<sub>x</sub> emission. Problemet kan naturligvis undgås ved at genopvarme røggassen, men det vil dels være dyrt i installation, og dels vil det reducere anlæggets virkningsgrad. Der er behov for el-producerende anlæg, der hurtigt kan øge produktionen, f.eks. når det holder op med at blæse så el-produktionen fra vindmøllerne falder, og det kan nemt klares ved at gå fra lav last til fuld last.
3. Blokke der udlægges til blandet fyring, f.eks. biomasse eller kul, kan ikke optimeres til mindst mulig NO<sub>x</sub> emission for begge brændsler, hvilket typisk giver højere NO<sub>x</sub> emission ved kulfyring. Flexibiliteten med muligheden for at skifte mellem kul og biomasse betyder derfor en højere NO<sub>x</sub> emission, hvilket der bør tages højde for, i forbindelse med udarbejdelse af BAT konklusioner for NO<sub>x</sub> emission fra store fyringsanlæg.

Den danske NO<sub>x</sub> afgift har medført, at kraftværker og andre store anlæg søger at minimere NO<sub>x</sub> emissionen, fordi det kan betale sig. Med den planlagte 5-dobling af NO<sub>x</sub> afgiften, vil der blive endnu mere fokus på dette, så NO<sub>x</sub> emission af denne grund holdes så lav som teknisk og økonomisk muligt. På alle anlæg med SCR, er der mange penge at spare ved at optimere NO<sub>x</sub> rensningen, fordi udgiften til NH<sub>3</sub> og drift af SCR rensningen er meget mindre end den NO<sub>x</sub> afgift der spares. Dette gælder også for den nuværende NO<sub>x</sub> afgift på 5 kr./kg, selvom besparelsen naturligvis er meget større med den forhøjede afgift på 25 kr./kg.

### 5.1. Biomasse og SCR

Røggas fra biobrændsler er generelt ødelæggende for almindelige NO<sub>x</sub> katalysatorer, bl.a. pga. alkaliske salte som forgifter katalysatoren. Der er specielt meget alkalisk i halm, så det er værre end f.eks. flis, men generelt er SCR på biomassefyrede anlæg problematisk, fordi levetiden for katalysatoren er for kort. Ved samfyring med kul, kan der dog uden væsentlig problemer anvendes op til 15-20 % halm/biomasse. Haldor Topsøe har udviklet en katalysator, som bedre kan tåle røggassen fra biomassefyring, som forventes markedsført inden udgangen af 2012. Denne katalysator vil kunne anvendes på anlæg der udelukkende fyrer med biomasse.

## 5.2. SCR Effektivitet

Der findes mange tal for den opnåelige reduktion med SCR. Tidligere anså man 80 % rensning for godt nok, men i dag kan komme helt op på 95 - 98 % rensning, også selvom NH<sub>3</sub> slippet skal holdes på et lavt niveau. En så høj rensning forudsætter dog en meget nøjagtig dosering af NH<sub>3</sub>, så koncentrationen overalt i indgangen til katalysatoren svarer forholdsvis til NO<sub>x</sub> koncentrationen. Da katalysatoren mister aktivitet med tiden, så vil det være noget mere omkostningskrævende at opretholde konstant meget høj rensning. F.eks. har Haldor Topsøe leveret SCR anlæg til Korea, hvor kravene er mindst 95 % NO<sub>x</sub> reduktion, og maksimalt 2 ppm NH<sub>3</sub> slip.

Katalysatoren har sin optimale effektivitet ved 350 – 370 °C, men den fungerer også ved lavere temperaturer, men med mindre effektivitet. Det betyder, at der skal bruges mere katalysatormasse til at opretholde den samme rensning, og da levetiden ikke er længere, så bliver udgiften til katalysatormasse og udskiftning højere jo lavere temperatur den skal arbejde ved.

Ved etablering af SCR på nye anlæg, sikres det naturligvis i designfasen for hele anlægget, at den kommer til at arbejde ved så optimal en temperatur som mulig, for at opnå så lave investerings- og driftsudgifter som muligt.

Ved installering af SCR på eksisterende anlæg, bliver både investerings- og driftsudgifter normalt væsentlig højere end for nyanlæg, f.eks. fordi:

- Røggassen skal tages ud fra anlægget ved en temperatur så tæt på det optimale som muligt, og det kan kræve væsentlige indgreb og ombygninger af kedlen.
- Alternativt kan røggassen tages efter kedlen og genopvarmes, f.eks. med gasbrændere og genopvarmningsvarmen udnyttelse ved installation af en varmeveksler efter en SCR.
- Hvis der ikke er plads til en SCR ved siden af kedlen, så kan den f.eks. placeres hængende under loftet eller i en ny sidebygning.

Uanset forholdene og hvilke løsningsmuligheder der er, så vil installation af en SCR i et eksisterende anlæg blive dyrere eller meget dyrere, end hvis det fra starten bygges ind i et nyt anlæg.

## 5.3. NH<sub>3</sub> slip

NH<sub>3</sub> slip opstår, fordi alt den tilsatte mængde NH<sub>3</sub> ikke når at reagere med NO eller at koncentrationen af NH<sub>3</sub> er for høj i forhold til koncentrationen af NO.

I SCR anlæg skyldes det typisk ujævn dosering af NH<sub>3</sub>, så der lokalt er for meget NH<sub>3</sub> i forhold til NO. Ved en omhyggelig indregulering af doseringen af NH<sub>3</sub> kan slippet minimeres. Haldor Topsøe har leveret SCR anlæg til Syd Korea, med en garanti for NH<sub>3</sub> slip på 2 ppm, hvilket svarer til ca. 1,5 mg/m<sup>3</sup>. Kontinuert måling af NO<sub>x</sub> koncentrationen vil normalt være en forudsætning for at holde NH<sub>3</sub> slippet på et meget lavt niveau.

I SCR anlæg vil man normalt øge rensningseffektiviteten ved at dosere mere NH<sub>3</sub>, men på bekostning af et øget NH<sub>3</sub> slip. I SNCR anlæg kan man normalt ikke opnå mere end omkring 50 % reduktion, men ved overdosering af NH<sub>3</sub> kan der opnås bedre rensning, men på bekostning af et væsentlig højere NH<sub>3</sub> slip.

Hidtil har de fleste anlæg med SNCR formentlig optimeret rensningen, så de med mindst muligt NH<sub>3</sub> dosering har bragt emissionen ned til lige under grænseværdien. Efter indførelse af NO<sub>x</sub> afgiften, kan der være nogle anlæg der har øget NH<sub>3</sub> doseringen, for at øge rensningen og reducere afgiftsbetalingen. Med den kommende femdobling af afgiften, må det forudses, at flere anlæg vil

prøve at reducere afgiftsbetalingen ved at øge rensningen, med et større NH<sub>3</sub> slip til følge. Der er dog en naturlig begrænsning i NH<sub>3</sub> slippet for nogle anlæg, fordi for højt NH<sub>3</sub> slip kan give problemer med udnyttelse af restprodukterne, og NH<sub>3</sub> i anlæg med våd røggasrensning giver ekstra problemer med håndtering af spildevandet pga. NH<sub>3</sub> indholdet i vandet.

I et af udkastene til det tidligere direktiv om store fyringsanlæg, var der en grænseværdi for NH<sub>3</sub> slip på 10 mg/m<sup>3</sup>(ref), men den kom ikke med i den endelige udgave.

Med en forventet øget udbredelse af NO<sub>x</sub> rensning med SCR og SNCR efter femdoblingen af NO<sub>x</sub> afgiften, vil det være meget relevant at stille krav til NH<sub>3</sub> slippet, for at undgå unødigt stor emission. Vi har ikke kendskab til tilstrækkelig mange målinger af NH<sub>3</sub> slippet fra forskellige typer anlæg og røggasrensning, til at kunne anbefale den lavest mulige grænseværdi, men som udgangspunkt synes en grænseværdi på 10 mg/m<sup>3</sup> mulig at overholde for alle anlæg med en pæn margen. Dette er også anbefalingen i RefLab rapport 47 /7/.

En grænseværdi for NH<sub>3</sub> slip skal naturligvis følges op med krav om måling og dokumentation, og her kunne en del af dokumentationen være, at der under målinger samtidigt bestemmes forbruget af NH<sub>3</sub>, så man kan beregne forbruget af NH<sub>3</sub> i forhold til rensningen eller tidsperioden, og dette kan herefter løbende, f.eks. på månedsbasis, sammenlignes med NH<sub>3</sub> forbruget og det forbrug der kan beregnes ud fra forbruget under målingerne.

#### 5.4. N<sub>2</sub>O emission

N<sub>2</sub>O er også kendt som lattergas, er den tredje vigtig drivhusgas efter CO<sub>2</sub> og CH<sub>4</sub>. N<sub>2</sub>O kommer fra oceanerne og nedbrydning af organisk materiale, mens menneskeskabte kilder er for eksempel landbrugets kvælstofgødning, afbrænding af biomasse og industrielle aktiviteter. Atmosfærens indhold af lattergas er steget 18 % siden industrialiseringen, men vækstraten varierer meget fra år til år. Lattergas nedbrydes ved kemiske processer, og levetiden i atmosfæren anslås til ca. 114 år.

I forbrændingsprocesser er den dannede NO<sub>x</sub> hovedsagelig NO og kun få % er NO<sub>2</sub>. Der dannes dog også en smule N<sub>2</sub>O, og selvom det er en NO<sub>x</sub>, så bliver den aldrig medtaget, dels fordi den normalt findes i meget lav koncentration, og dels fordi den ikke kan måles med de almindelig anvendte målemetoder for måling af NO<sub>x</sub>.

I SNCR processen kan der dannes N<sub>2</sub>O og ifølge BREF for store fyr, så er valget af NH<sub>3</sub> kilde meget afgørende for N<sub>2</sub>O dannelsen. Anvendes ammoniakvand eller ren ammoniak er dannelsen af N<sub>2</sub>O meget lille, mens anvendelse af urea<sup>1</sup> opløsning giver væsentlig større N<sub>2</sub>O dannelse. Det har dog også betydning hvor og hvordan ureaen doseres.

I 2008 blev emissionen af N<sub>2</sub>O fra tre affaldsforbrændingsanlæg med SNCR målt til henholdsvis 5,3 – 0,7 og 0,97 mg/m<sup>3</sup>(ref). Anlæggene havde henholdsvis våd, våd og semitør røggasrensning. Der blev også målt 1,1 – 1,2 og 1,7 mg/m<sup>3</sup>(ref) fra tre biomassefyrede anlæg, der var fyret med henholdsvis halm, halm og træ. Da N<sub>2</sub>O er en kraftig drivhusgas kan der være god grund til at undersøge omfanget af emissionen fra fyringsanlæg, men den umiddelbare vurdering er, at det specielt er relevant at undersøge for anlæg med SNCR, der anvender urea som NH<sub>3</sub> kilde.

---

<sup>1</sup> Urea, uinstof, eller carbamid er en organisk kvælstofforbindelse, som kemisk set er et amid med formlen (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO, som fraspalter NH<sub>3</sub> ved den høje temperatur i kedlen.



## 6. Måletekniske udfordringer ved lave grænseværdier

Der kan opstå to måletekniske udfordringer, hvis grænseværdier sænkes til under et vist niveau.

1. Det ene er problemer med detektionsgrænsen<sup>2</sup> for målingen, som altid bør være meget mindre end den grænseværdi der skal kontrolleres.
2. Det andet problem er kalibrering og kontrol af AMS målere, hvor der er fastsat kvalitetskrav som % af grænseværdien i direktivet.

### 6.1. Detektionsgrænser for SRM målemetoder

I luftvejledningen er kravet til detektionsgrænsen angivet i afsnit 5.2.4.8 Detektionsgrænse: *Detektionsgrænsen bør normalt være mindre end 10 % af den emissionsgrænseværdi, der skal kontrolleres. Hvis emissionsgrænseværdien gælder for summen af flere stoffer, skal man ikke medregne måleresultater, der er under detektionsgrænsen.*

Da luftvejledningen er en vejledning, så er det ikke et ufravigeligt krav, men hvis det fraviges i godkendelser, så bør myndigheden altid anføre begrundelse herfor.

Målemetoderne for alle de parametre der er grænseværdier for i IE-Direktivet har i praksis detektionsgrænser der er mindre end 10 % af grænseværdierne, undtagen for HF (der ved en times måling ligger på ca. 20 % af grænseværdien). Hvis der fastsættes lavere anbefalede grænseværdier i de kommende BAT konklusioner, så kan der blive problemer med at leve op til dette anbefalede krav. Det er ikke afgørende om detektionsgrænsen er mindre end lige 10 % af grænseværdien, eller om den måske er 20 % eller 30 %, men det er vigtigt at der er en rimelig afstand mellem grænseværdi og detektionsgrænsen, for at man med sikkerhed kan måle emissionerne og afgøre om grænseværdien overholdes. Er der for lille afstand mellem grænseværdien og det normale emissionsniveau, risikerer man at skulle bruge unødige ressourcer til en sikker dokumentation af, om grænseværdien overholdes, uden at det på nogen måde gavner miljøet. Når en QAL2 eller AST er udført med SRM målinger, er det også meget vigtigt, at der er en rimelig afstand mellem grænseværdien og detektionsgrænsen, da usikkerheden stiger voldsomt jo tættere man kommer på detektionsgrænsen.

I Tabel 15 er vist et eksempel på detektionsgrænser sammen med grænseværdier for affaldsforbrænding for de parametre der kan kontrolleres ved manuel prøvetagning og efterfølgende analyse.

De angivne detektionsgrænser er beregnet af fra analysernes detektionsgrænser og almindeligt forekommende prøvetagningsvoluminer for emissionsmålinger. Det er kun eksempler, fordi målefirmaer og laboratorier kan have afvigende detektionsgrænser.

De angivne målemetoder er Miljøstyrelsens anbefalede målemetoder til præstationskontrol, som er udarbejdet efter CEN standarder og andre internationalt anerkendte standarder. Metodebladene er udarbejdet af Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for måling af emissioner til luften og findes tilgængelige på hjemmesiden [www.ref-lab.dk](http://www.ref-lab.dk).

---

<sup>2</sup> Ved detektionsgrænsen forstås her den laveste koncentration der kan måles og rapporteres med den angivne metode og en måletid på 1 time.

**Tabel 15. Detektionsgrænser, grænseværdier (GV) og målemetoder**

Stof	Enhed	Detektionsgrænse	GV	Detektionsgrænse i % af GV	Målemetode	
Partikler	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,08	10	8	MEL-02	
HCl	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,2	10	2	MEL-19	
HF	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,2	1	20		
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,7	50	1	MEL-04	
Hg	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0009	0,05	0,2	MEL-08b	
Cd	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008	Sum: 0,05	0,2	MEL-08a	
Tl	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008				
As	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008	Sum: 0,5	Ca. 0,2		
Cr	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008				
Cu	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008				
Mn	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008				
Ni	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008				
Pb	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,001				
Co	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008				
V	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008				
Sb	mg/m <sup>3</sup> (n,t)	0,0008				
Dioxin	ng I-TEQ/m <sup>3</sup> (n,t)	0,002				0,1

Detektionsgrænsen for partikler og HF er tæt på 10 % af GV, så her er der specielt behov for overvejelser og eventuelt justeringer, hvis BAT konklusionerne ender op med lavere grænseværdier.

For nogle analyser er det muligt at forfine analysemetoden og derved reducere detektionsgrænsen, men dels kan det give uoverensstemmelser med standarden og dels vil det normalt skulle medføre en revision af akkrediteringen, som normalt er givet til den beskrevne metode og tilhørende detektionsgrænse. Ændringer i målemetoden bør ske ved revision af standarden, så metoden bliver ens for alle. BAT konklusioner med lavere grænseværdier, bør derfor tage højde for eventuelle nødvendige ændringer i CEN standarder.

Der er dog muligheder for at opnå en lavere detektionsgrænse for manuel prøvetagning, ved at sample en større røggasprøve, hvilket både kan ske ved at øge prøvetagningsflowet, eller ved at prøvetage i længere tid. I Danmark foretages prøvetagningen normalt over 1 time, hvor direktiverne kun kræver mindst 30 minutter, hvilket anvendes i mange lande. Det er dog ikke altid muligt at øge prøvetagningsflowet, og en længere prøvetagningstid vil øge omkostningerne til målingerne.

Det er således vigtigt, at grænseværdier fastsættes så de er kontrollerbare med de anerkendte CEN standardiserede metoder, og at der specielt tages højde for metodernes.

Der bør også være en rimelig afstand mellem grænseværdien og den opnåelige emission under alle forhold af normal drift, så det med sikkerhed kan dokumenteres, om grænseværdien overholdes.

## 6.2. AMS måleudstyr

Grænseværdierne for støv, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl, HF og TOC skal på mange anlæg måles med AMS udstyr, og for dem kan væsentlig lavere grænseværdier give problemer i forhold til at overholde de



krav til måling, der er fastsat i IE Direktivet, som i øvrigt er uændrede i forhold til de gældende direktiver for store fyr og anlæg der forbrænder affald, bortset fra måleområdet, som er afhængig af grænseværdien.

Kvalitetskravene til AMS målere er fastsat som en procentuel del af grænseværdien, og det kan give problemer med at overholde de samme kvalitetskrav ved meget lavere grænseværdier. Det har ikke været muligt specifikt at udpege hvor problematisk lavere grænseværdier kan være for AMS målere, fordi der er så mange forhold der spiller ind.

Nogle af de problemer der bør afklares ved en væsentlig lavere grænseværdi, som naturligvis forudsætter at emissionerne stadig er noget under grænseværdien, er:

1. AMS målerens detektionsgrænse og måleområde
2. Kvalitetskravet i % af grænseværdien
3. Betydning af usikkerhed på kalibreringsgas
4. Permanent lave emission, som defineret i Rapport 39.
5. Målinger under detektionsgrænsen

Det er således meget vigtigt, at der ved udarbejdelse af BAT anbefalinger tages hensyn til at AMS målingerne kan leve op til og overholde de krav der er til målinger, kalibrering og kontrol (QAL2 og AST).

Mange anlæg har ældre AMS målere, som kan have problemer med at leve op til kvalitetskravene, hvis grænseværdierne sænkes. Det kan medføre at AMS målere skal udskiftes med nye, som er eller bliver udviklet til at overholde de skrappe kvalitetskrav der vil gælde for lavere grænseværdier.

Lavere grænseværdier kan formentlig overholdes af mange anlæg, men der er ingen tvivl om, at lavere grænseværdier kan medføre at virksomhederne skal bruge mere arbejde og større ressourcer på at kontrollere og dokumentere at grænseværdierne overholdes. Det giver i princippet ikke mere miljø for pengene, fordi emissionerne jo i forvejen er så lave som de behøver at være for at overholde grænseværdierne. Det er derfor meget væsentligt, at der ved fastsættelse af lavere grænseværdier, tages højde for dette problem, så anlæggene påføres mindst muligt ekstra arbejde til kontrol og dokumentation. F.eks. er der det helt konkrete problem, om man fortsat kan anvende kalibreringsfunktionen når der indføres en lavere grænseværdi, eller om man skal lave en ny QAL2? Referencelaboratoriet foreslår, at man først genberegner QAL2 med den nye grænseværdi, og hvis den ikke består variabilitetstesten, må man lave en ny QAL2, evt. efter udskiftning eller opgradering til nyt udstyr.



## 7. Diskussion og sammenfatning

I det nye IE Direktiv er grænseværdierne fra de tidligere direktiver for anlæg der forbrænder affald stort set fastholdt, mens der generelt er sket stramning af grænseværdierne for stor fyr.

Det anføres i IE Direktiver, at godkendelser generelt skal gives med udgangspunkt i BAT, og der skal anvendes grænseværdier, svarende til de opnåelige emissioner ved de pågældende BAT teknologier. De anførte grænseværdier skal ses som maksimale grænseværdier, som kun skal kan anvendes i undtagelsestilfælde. I forbindelse med revision af BREF dokumenterne er det meningen at der skal indarbejdes BAT konklusioner, med angivelse af grænseværdier der bør gælde ved anvendelse af specifikke BAT teknologier på forskellige anlægstyper og ved anvendelse af forskellige brændsler.

Grænseværdierne for store fyringsanlæg i IE Direktivet er med enkelte undtagelser fastsat til den høje værdi i intervallet for opnåelige emissioner i BREF dokumentet for store fyringsanlæg. De opnåelige emissionsværdier er baseret på anvendelse af almindeligt udbredte teknologier for røggasrensning, så alle anlæg vil kunne bringes til at overholde grænseværdierne, men for anlæg uden røggasrensning vil det naturligvis være forbundet med en betydelig udgift til investering og drift.

Sparet  $\text{NO}_x$  afgift ved etablering af  $\text{NO}_x$  rensning, bidrager dog til en forbedring af økonomien, og med den kommende fem-dobling af afgiften, kan det ligefrem betale sig at etablere SCR på mange anlæg, også selvom grænseværdien ikke nedsættes.

Affaldsforbrændingsanlæg har væsentlig lavere grænseværdier end store fyringsanlæg, så her er det lidt mere problematisk at sænke grænseværdierne. Nyere danske affaldsforbrændingsanlæg har generelt emissioner der er noget lavere end grænseværdierne, så de kunne i princippet godt overholde lavere grænseværdier. Der er dog flere problemer i lavere grænseværdier, og det største problem er, at virksomhederne måske skal bruge flere og større ressourcer på at kontrollere og dokumentere at grænseværdierne overholdes. Dette gælder især for AMS målere, som i nogen tilfælde risikerer udskiftning til nyt udstyr, uden at resultatet er lavere emissioner.

Det er derfor meget væsentligt, at der ved fastsættelse af lavere grænseværdier, tages højde for dette problem, ved at sikre at krav til både AMS og SRM målinger er afstemt efter de lavere grænseværdier, så det påfører anlæggene mindst muligt ekstra arbejde til kontrol og dokumentation.

Lavere grænseværdier for  $\text{NO}_x$  og ikke mindst en fem-dobling af  $\text{NO}_x$  afgiften vil medføre en installation af flere anlæg til  $\text{NO}_x$  rensning, samt at eksisterende anlæg optimere rensningen, fordi der derved kan spares afgift. Da der anvendes  $\text{NH}_3$  til rensning med både SCR og SNCR bliver eventuelle krav til  $\text{NH}_3$  slippet mere aktuelt. De fleste anlæg vil dog have et stort incitament til at holde  $\text{NH}_3$  slippet så lavt som muligt, fordi det enten kan give problemer med at genbruge restprodukter eller håndtering af spildevand.

I forbrændingsprocesser er den dannede  $\text{NO}_x$  hovedsagelig NO og kun få % er  $\text{NO}_2$ . Der dannes dog også en smule  $\text{N}_2\text{O}$ , og selvom det er en  $\text{NO}_x$ , så bliver den aldrig medtaget, dels fordi den normalt findes i meget lav koncentration, og dels fordi den ikke kan måles med de almindelig anvendte målemetoder for måling af  $\text{NO}_x$ .

I SNCR processen kan der dannes  $\text{N}_2\text{O}$  og ifølge BREF for store fyr, så er denne dannelse kun væsentlig for anlæg der anvender urea opløsning. Da  $\text{N}_2\text{O}$  er en kraftig drivhusgas kan der være god grund til at undersøge omfanget af emissionen fra anlæg med SNCR, der anvender urea.



## 8. Referencer

- /1/ Bekendtgørelse om begrænsning af visse luftforurenende emissioner fra store fyringsanlæg. Bek. Nr. 808 af 25. september 2003.
- /2/ Bekendtgørelse om anlæg der forbrænder affald. Bekendtgørelse nr. 162 af 11. marts 2003.
- /3/ Bekendtgørelse om begrænsning af emissionen af flygtige organiske forbindelser fra anvendelse af organiske opløsningsmidler i visse aktiviteter og anlæg (VOC-bekendtgørelsen). Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 350 af 29. maj 2002.
- /4/ Europa-Parlamentets og Rådets Direktiv 2010/75/EU af 24. november 2010 om industrielle emissioner (integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening). IE Direktivet.
- /5/ Emissionskortlægning for decentral kraftvarme 2007 – energinet.dk Miljøprojekt nr. 07/1882. Faglig rapport fra DMU nr. 781 2010.
- /6/ Luftvejledningen. Miljøstyrelsens vejledning nr. 2/2001.
- /7/ RefLab rapport 47, 2008. Vurdering af emissionsgrænseværdien for ammoniak efter DeNOx anlæg. [www.Ref-Lab.dk](http://www.Ref-Lab.dk)
- /8/ Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2001/80/EF af 23. oktober 2001 om begrænsning af visse luftforurenende emissioner fra store fyringsanlæg (Implementeret i Danmark med /1/).