

Støvvagter/-målere samt CO- og O2- målere i asfaltindustrien

Ole Schleicher og Lars Peter Johansen
FORCE Technology

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING	7
1 STØV OG FILTERBESKRIVELSE	11
1.1 STØV	11
1.1.1 Støvkarakterisering	12
1.1.2 Kornstørrelsesfordeling i afkast	12
1.2 STØVFILTRE	13
1.2.1 Posefilterbrud	14
1.2.2 Kontrol af posefiltre ved differenstrykmåling	15
1.2.3 Emissionsgrænse for partikler	15
1.2.4 AMS-kontrol	16
2 BRANCHEUNDERSØGELSE	20
2.1 BRANCHEUNDERSØGELSE	20
2.1.1 Støvvagter/-målere på asfalanlæggene	22
2.1.2 AS100 med akustisk måleprincip	24
2.1.3 Sick støvvagt med optisk måleprincip	24
2.1.4 Triboelektriske målere	25
2.2 KRAV OG ANBEFALINGER TIL STØVMONITORER	26
2.2.1 Formålet med krav om støvvagt	27
2.2.2 Krav til støvvagts funktion	28
2.2.3 Drift og vedligeholdelse af støvmåler	29
2.2.4 Driftsvilkår for posefilter	29
2.2.5 Opsummering og vurdering	29
3 O ₂ - OG CO-MÅLERE	33
3.1 VURDERING AF O ₂ - OG CO ₂ -MÅLING I SKORSTENEN	34
3.2 VURDERING AF CO MÅLING I SKORSTENEN	35
3.3 SAMLET VURDERING OG ANBEFALING	35
4 LITTERATURLISTE	37
5 BILAG	39

Forord

Som et led i udarbejdelsen af branchebilaget for asfaltvirksomheder har den nedsatte arbejdsgruppe på sit første møde diskuteret mulighederne for gennemførelse af et projekt, der skal klarlægge, hvilke typer støvfiltre, støvvagter/-målere, CO- og O₂-målere det er relevant at anvende på asfaltvirksomhederne.

Baggrunden er bl.a. målinger udført af FORCE Technology for Københavns Amt på 4 asfaltvirksomheder. Disse målinger viste markante overskridelser af brancheorienterings emissionsgrænse for støv til trods for, at de opsatte støvvagter ikke havde givet alarm.

Asfaltindustrien har indsamlet oplysninger om hvilke støvvagter/-målere samt CO- og O₂-målere, som anvendes i branchen.

På baggrund af branchens indsamlede oplysninger, samt FORCE Technology's erfaringer på dette område, har FORCE Technology udarbejdet dette baggrundsmateriale, som har til formål at give arbejdsgruppen mulighed for at beslutte hvilke emissionsgrænser, egenkontrol og/eller driftsvilkår, der bør stilles i relation til støvemissioner samt til sikring af optimal forbrænding på asfaltenlæg.

December 2005

Sammenfatning

Hovedkilden til støv er råmaterialerne sten og grus, der anvendes til produktionen af asfalten, og som tørres i tørretromlen. Disse materialer indeholder en lille andel støv (små partikler), og der kan også dannes mere støv ved den mekaniske påvirkning, som materialerne udsættes for i tørretromlen. Under tørningen og den mekaniske påvirkning frigives en del af disse partikler til tørreluft.

Hovedparten af støvet er inerte mineralske stenpartikler fra råmaterialerne, og målinger på flere anlæg viser, at 90 – 98% af partiklerne er $> 10 \mu\text{m}$.

Målinger af støvindholdet i rågassen til posefilteret har vist meget store koncentrationer af partikler, fra omkring 20 g/m^3 og helt op til $3 - 400 \text{ g/m}^3$. Et lille hul i en filterpose på størrelse med en fingertykkelse, er derfor nok til, at emissionsgrænseværdien overskrides. Det er således vigtigt, at selv små utætheder opdages og udbedres så hurtigt som muligt. Når emissionsmålinger viser et stort indhold af partikler, der er $> 10 \mu\text{m}$, så er der tale om utætheder, som forårsager en forhøjet emission.

Filterposernes levetid afhænger af mange forhold, bl.a. af luft- og partikelbelastningen, partiklernes egenskaber, samt filterposernes materiale og tykkelse. Den konkrete levetid for et konkret anlæg kan derfor ikke forudsiges, men må baseres på erfaring, som her konkret er angivet til mellem 4 og 9 år. Det anses på denne baggrund sandsynligt, at levetiden for filterposerne på de feste anlæg vil være omkring 6 år.

Differenstrykmålere anvendes almindeligvis til at afgøre, hvornår filterposerne skal skiftes, men de kan **ikke** anvendes til at registrere utætheder eller revner i filterposer, som kan medføre emissioner over grænseværdien.

Ifølge luftvejledningen er emissionsgrænseværdien for støvemissionen fra nye asfalanlæg på 10 mg/m^3 ved den aktuelle O_2 -koncentration. Det svarer til en koncentration på mellem 4 og 7 mg/m^3 ved den aktuelle driftstilstand i posefilteret. Det vil der ikke være nogen problemer i at kunne overholde med et vel-fungerende posefilter, med det forudsætter, at det er helt tæt, og alle filterposer er intakte, for selv den mindste utæthed kan medføre overskridelse af emissionsgrænsen.

AMS-kontrolgrænsen for støv på 200 kg/h er muligvis overskredet på alle asfalanlæg, men det kan være vanskeligt at afgøre, da posefiltrene er forsynet med en forudskiller, hvorfor det er umuligt at måle koncentrationen til selve posefilteret. I Brancheorientering for asfaltindustrien (Miljøstyrelsens orientering nr. 4/1995) angives, at såfremt der ikke er forudskilning af støvet, så bør der foretages AMS-kontrol, og ellers ikke. Dette princip kunne videreføres, uanset om massestrømsgrænsen reelt er overskredet eller ej.

Asfaltindustriens Brancheforening har indsamlet oplysninger fra medlemsvirksomhederne om asfalanlæggenes bestykning af støvvagter/-målere, samt O_2 - og CO -målere. Undersøgelsen dækker 39 af de 44 asfalanlæg, der findes i Danmark.

Ud af de 39 asfaltenlæg er der 20 anlæg, der har støvvagter, 22 der har O₂-måler, og et anlæg der har en CO-måler.

De eksisterende støvvagter på asfaltenlæggene bærer præg af, at der er stillet krav om installation af støvvagter, uden en klar definering af, hvad de skal kunne, og hvordan de skal anvendes.

Støvvagter kan være et godt og effektivt supplement til den almindelige kontrol og opmærksomhed, der altid bør være på driften af et posefilter. Støvvagter kan også give en falsk tryghed, så der slækkes på den almindelige kontrol og opmærksomhed på posefilterets drift, fordi det holder støvvagten jo øje med.

Der er en række vigtige ting, man bør afklare ved krav om installation af støvvagt eller støvmåler.

1. Formålet med kravet om en støvvagt.
2. Krav til støvvagtens funktion.
3. Drift og vedligeholdelse af en støvvagt.
4. Driftsvilkår for et posefilter.

Det vurderes samlet, at ingen af de installerede støvvagter umiddelbart kan anvendes som driftskontrol til at detektere, om der er defekter ved posefilterne. Det skyldes både problemerne med alarmer i forbindelse med opstarter, p.g.a. kondensering af vanddamp, og manglende kalibrering og korrektion for omregningen mellem målingen ved driftstilstanden og referencetilstanden.

Ingen af de nuværende støvvagter på asfaltenlæggene kan umiddelbart alarmere ved støvkonzentrationer, der overstiger den gældende emissionsgrænse, fordi der ikke er udført en kalibrering med parallelmålinger. De fleste af støvvagterne kan heller ikke kalibreres ved parallelmålinger, fordi de ikke har et kontinuert målesignal, der kan relateres til parallelmålingerne. Andre typer støvmålere kan kalibreres, så de kan overvåge støvemissionen, og både alarmere ved stigende støvkonzentration samt dokumentere den aktuelle koncentration. Der er dog problemer i forhold til omregning til normalt tilstanden, fordi vandindholdet kan variere meget, og ingen anlæg er forsynet med en kontinuert måling af vandindholdet.

Kalibrering af støvmålere bør udføres ved parallelmålinger med præstationskontrol, f.eks. hvert tredje år.

Driftspersonalet skal være bekendt med funktionen af støvmåleren, således at de både kan følge og vurdere ændringer i den målte støvkonzentration, og reagere korrekt i tilfælde af pludselige stigninger i koncentrationen, som eventuelt udløser den indstillede alarm. Der bør udarbejdes en instruks i tilsyn og vedligeholdelse af støvmåleren, som med udgangspunkt i leverandørens anvisninger og erfaringerne med driften fastlægger hyppigheden af tilsyn og rensning af støvmåleren.

Brancheundersøgelsen viser, at godt halvdelen af anlæggene har O₂-måler, og kun et anlæg har en CO-måler. Ingen af anlæggene anvender O₂-målingen til styring af forbrændingsprocessen. Der er også uvist, om der overhovedet sker nogen registrering af målingerne, og om de på nogen måde anvendes aktivt til kontrol af forbrændingsprocessen.

Anvendeligheden af en O_2 - eller CO_2 -måling i skorstenen er ikke entydig, fordi der ikke er en direkte sammenhæng til forbrændingens luftoverskud og kvalitet. Målingen kan heller ikke direkte dokumentere, om den maksimale λ på 5,5 er overholdt, fordi O_2 -målingen normalt ikke er kompenseret for vandindholdet, og λ er defineret ved tør måling. Desuden tilføres luft fra andre steder end brænderen, så måling i skorstenen svarer ikke direkte til forholdene efter brænderen.

O_2 - eller CO_2 -måling i skorstenen kan derfor reelt kun anvendes til en indikation af forbrændingsforholdene.

Selvom grænseværdien for λ på 5,5 i skorstenen overskrides, så kan forbrændingsforholdene være gode nok, med en lavere λ -værdi i selve brænderen.

Hvis krav om beregning af λ ved måling af O_2 eller CO_2 i skorstenen fastholdes, bør der tages højde for fortyndingen, således at målingen bedst muligt giver en reel værdi for λ efter tørretromlen, og dermed mere direkte afspejle forbrændingsforholdene. Det kunne være ved en graduering af kravet til λ , så der tillades en højere værdi end 5,5 ved lav last, men der findes ikke data, der kan dokumentere, hvordan en sådan graduering skulle være.

En CO -måling vil langt mere sikkert kunne afsløre problemer med forbrændingen uanset årsagen, end måling af O_2 eller CO_2 .

CO -målingen vil dog ikke umiddelbart kunne anvendes til dokumentation for overholdelse af emissionsgrænsen, fordi måleresultatet ikke umiddelbart kan omregnes til referencetilstanden på grund af variationerne i vandindholdet.

1 Støv og filterbeskrivelse

Her beskrives og karakteriseres det støv, som emitteres i afkast fra asfaltindustrien, og der gives en overordnet beskrivelse af støvfiltre, der i dag anvendes i asfaltindustrien. Desuden beskrives hvilken emission, der kan forventes at være fra et nyt filter eller et vel vedligeholdt filter med f.eks. udskiftede filterposer samt en vurdering af, om emissionen fra filteret evt. ændres over filternes levetid.

1.1 Støv

Hovedkilden til støv er råmaterialerne sten og grus, der anvendes til produktionen af asfalten, og som tørres i tørretromlen/tromleblanderanlægget. Disse materialer indeholder en lille andel støv (små partikler), og der kan også dannes mere støv ved den mekaniske påvirkning, som materialerne udsættes for i tørretromlen. Under tørringen og den mekaniske påvirkning frigives en del af disse partikler til tørreluften.

Andelen af støv i råmaterialerne varierer meget, afhængigt af type, oprindelse, behandling m.v.



Figur 1. Der er støv i alle råmaterialerne, også i de grove stenmaterialer.

Der vil også komme lidt støvpartikler fra oliebrændere, men i princippet ingen støvpartikler fra gasbrændere. Sod, som består af kulstof og organiske forbindelser, kan forekomme i større mængder ved dårlig forbrænding uanset brændselstypen, men mængden af både støv og sod fra brænderne vil være forsvindende lille i forhold til mængden støv, der afgives fra råmaterialerne i tørretromlen.

Der kommer også støv og bitumendampe fra blandetårnet på batch-anlæg, men mængden er normalt ubetydelig i forhold til belastningen fra tørretromlen.

En vigtig bestanddel i asfalt er filler, som er alle partikler mindre end 0,063 mm (63 μm). Der er dels egenfiller, som hidrører fra stenmaterialerne samt mindre mængder af fremmedfiller, som ofte må blandes i asfalten, fordi indholdet af naturlige filler ikke er stort nok. Fremmedfilleren kan være stenmel, kalk, cement, flyveaske eller andet. Denne filler er normalt tør og opbeva-

res i siloer og doseres via en vægt ind i anlæggets mikser i blandetårnet på batchanlæg eller direkte i tromleblanderen på anlæg med kontinuert produktion.

Støvbelastningen til filteret fra mikseren er begrænset, og der er normalt ingen belastning fra siloerne, fordi de er forsynet med et lokalt filter til filtrering af fortrængningsluften.

1.1.1 Støvkarakterisering

Hovedparten af støvet er inerte mineralske stenpartikler fra råmaterialerne.

Der kan forekomme en mindre mængde støv af andre mineralske sammensætninger fra fremmedfillere, f.eks. kalk, cement og flyveaske m.v., men mængden er forsvindende lille i forhold til mængden af støv fra tørretromlen og omtales ikke nærmere, da det forudsætter kendskab til de aktuelle fremmedfillere, der anvendes.

Indholdet af filler i asfalt varierer med typen, men ligger typisk i størrelsesordenen omkring 5%.

I Bilag 2 er vist en kornstørrelsesfordeling for en 0 - 16 mm GAB grus fra NCC Råstoffer, som er en væsentlig ingrediens i en stor del af NCC's asfaltprodukter. Ifølge kornstørrelsesfordelingen er ca. 3% af materialet mindre end $0,063 \text{ mm}^1$ ($63 \text{ }\mu\text{m}$), og da der typisk tørres 100 - 150 t/h, så vil der være store mængder mindre partikler, som kan føres med tørreluft til posefilteret.

Mekaniske processer giver normalt ikke anledning til dannelse af fine partikler, som er $< 1 \text{ }\mu\text{m}$. Hovedparten af partiklerne i både egenfiller og fremmedfiller vil derfor være større end $1 \text{ }\mu\text{m}$.

I tørretromlen tørres og opvarmes stenmaterialerne til den ønskede temperatur, som afhængigt af det konkrete produkt er i området 110 til 180°C . Når stenmaterialerne tørres, kan det ikke undgås, at tørreluft river en del af de mindre partikler med sig.

Målinger af støvindholdet i rågassen til posefilteret har vist meget store koncentrationer af partikler, fra omkring 20 g/m^3 og helt op til $3 - 400 \text{ g/m}^3$.

1.1.2 Kornstørrelsesfordeling i afkast

FORCE Technology har erfaring for, at ved måling af støvemissionen efter posefiltre på asfaltanlæg vil hovedparten af partiklerne blive opsamlet i målecyklonen (hvis en sådan anvendes), som udskiller partikler større end $10 \text{ }\mu\text{m}$.

I en konkret måling var partikelemissionen fra et asfaltanlæg 150 mg/m^3 , og andelen af partikler større end $10 \text{ }\mu\text{m}$ var 92%. Knap 0,5% af partiklerne var $< 0,1 \text{ }\mu\text{m}$.

Andre målinger på flere forskellige anlæg bekræfter, at 90 – 98% af partiklerne ofte er $> 10 \text{ }\mu\text{m}$.

¹ Partikler mindre end $0,063 \text{ mm}$ kaldes filler. Indholdet af filler i råmaterialerne kaldes egenfiller og udgør ca. 3% i nævnte produkt.

Da effektive og tætte posefiltre tilbageholder partikler med meget stor effektivitet, som beskrevet i næste afsnit, må det konkluderes, at når emissionsmålinger viser et stort indhold af partikler, der er $> 10 \mu\text{m}$, så er der tale om utætheder, som forårsager en forhøjet emission.

1.2 Støvfiltre

Partikelbegrænsning på asfaltenlæg foretages i dag med posefiltre. Der findes flere varianter af posefiltre, der hver har deres fordele og begrænsninger, som dog ikke vil blive berørt her. Her vil vi fokusere på principperne for posefiltre og de faktorer, der har betydning for filtreringseffektiviteten og filterposernes levetid.

Princippet ved filtrerende udskillere er, at gassen suges eller trykkes gennem en dug af naturligt eller syntetisk tekstil, hvor partikler afsættes. Filtreringsmekanismen er en kombination af egentlig sivvirkning, indfangning, diffusion og elektrostatisk tiltrækning. Med en helt ny og ren filterpose er virkningsgraden relativt lav, men efterhånden som der opbygges et lag af partikler på filterdugen, vokser effektiviteten hastigt, idet denne filterkage i høj grad medvirker til en effektiv filtrering.

Med effektive og veldimensionerede filterposer og en filterkage med en god kornstørrelsesfordeling kan støv på asfaltenlæg renses med mere end 99,9% effektivitet.

Når mange målinger har vist, at der er et relativt stort indhold af partikler $> 10 \mu\text{m}$, så vil årsagen normalt være, at der er mindre utætheder i filteret.

De udskilte partikler, der danner filterkagen, øger trykfaldet over filterdugen, således at luftmængden på et tidspunkt ikke længere kan passere filterdugen. Det er derfor nødvendigt med jævne mellemrum at fjerne filterkagen fra dugen ved en rensning.

Posefiltre kan enten renses mekanisk ved rystning af poserne eller ved at blæse luft baglæns gennem poserne. Sidstnævnte princip er blevet det mest udbredte, fordi det både er mere effektivt og mere skånsomt overfor poserne end den mekaniske rensning.

Et typisk filter, der anvender trykluft, er Jet-puls-filtre. Denne filtertype er i dag den mest udbredte type på virksomheder herunder asfaltenlæg.

Jet-pulse-filtre bliver rensede ved, at der i ganske kort tid blæses trykluft den modsatte vej. Herved dannes en trykbølge, som udvider posen, hvorved filterkagen falder af. Resten rystes af, når posen efter impulsens ophør klapper tilbage mod støttekurven. Denne form for rensning sker så hurtigt, at det ikke er nødvendigt at afspærre den sektion, der skal renses. Ved andre typer filtre er det nødvendigt at afspærre sektioner ved rensning. Herved skal filteret overdimensioneres, da den resterende del af filteret skal kunne klare en normal produktion under rensningen.

Den nødvendige og optimale rensfrekvens afhænger i høj grad af koncentrationen af partikler i rågassen, jo højere koncentration jo hyppigere rensning.

Rensningen er derfor ofte styret af en differenstrykmåler, som starter rensningen, når differenstrykket har nået setpunktet. Timerstyring af rensningen findes også, men er knap så udbredt, fordi der er en tendens til, at rensningen ved nogle produktioner kører for hyppigt, fordi den er indstillet efter produktionen med den største belastning på filteret.

Efter rensningen vil der være en kort periode med en lidt ringere rensnings-effektivitet, indtil der igen er opbygget en filterkage.

I Jet-pulse-filtre kan udskiftning af filterposer i tilfælde af brud eller som normal vedligeholdsrutiner foretages udefra ved at trække poserne op af filteret.

Ved Jet-pulse-filtre kan man anvende filtermateriale med mindre mekanisk styrke og dermed mindre tæthed. Dette har den væsentlige fordel, at der er mindre trykfald over filteret. Jet-pulse-filtre kan derfor give en højere filtreringshastighed (eng.: air-to-cloth ratio), udtrykt i m^3 luft pr. m^2 filterareal pr. minut. Et højt ACR betyder mindre tekstil og dermed et mindre antal poser. Hermed bliver filteret billigere.

Ved en god dimensionering af filteret vil man opnå gode betingelser for rensning, når eksempelvis luftmængde pr. kvadratmeter filterdug er lille. Filterbelastningen på asfalanlæg bør normalt være mindre end 1,5 m/min. Nogle filterleverandører anbefaler endnu lavere belastning, omkring 1 m/min, fordi deres erfaring viser, at filterposerne dermed holder længere, og der anvendes mindre energi til rensning, fordi det sker sjældnere. Det giver en driftsbesparelse, som kan opveje den større investering til et større filter.

På asfalanlæg anvendes typisk Nomex 450 filterposer, som kan tåle temperaturer op til ca. 200°C. Nomex er blevet synonym for materialet aramid, som det er lavet af. Der findes filterposer af samme materiale og med samme egenskaber, under andre navne.

1.2.1 Posefilterbrud

Med de støvkoncentrationer, der normalt er før posefiltrene på asfalanlæg, er et hul i en filterpose på størrelse med en fingertykkelse nok til, at emissionsgrænseværdien overskrides. Det er således vigtigt, at selv små utætheder opdages og udbedres så hurtigt som muligt.

Utætheder kan forekomme i forbindelse med udskiftning af filterposer, enten fordi filterposens befæstelse ikke slutter tæt, eller fordi montagen ikke er udført ordentligt. Der er også eksempler på, at en filterpose er blevet rykket løs i forbindelse med inspektion, formentlig fordi der er trådt på den.

Regulære brud på filterposerne forekommer hyppigst, jo ældre poserne bliver, fordi materialet bliver slidt og dermed mister mekanisk styrke. Sliddet sker primært, hvor filtermaterialet hviler og gnider mod trådkurven, og det er her filterbrud almindeligvis sker.

Samlet vil der være mulighed for utætheder og forhøjet emission efter udskiftning af filterposer. Efter udskiftning af alle filterposerne, hvor det er sikret, at posefilteret er helt tæt, vil der normalt være en årrække, hvor risikoen for utætheder er begrænset, men herefter vil det almindelige slid begynde at medføre brud på filterposerne. Posernes levetid afhænger af mange forhold, bl.a.

af luft- og partikelbelastningen, partiklernes egenskaber, samt filterposernes materiale og tykkelse. Den konkrete levetid for et konkret anlæg kan derfor ikke forudsiges.

1.2.2 Kontrol af posefiltre ved differenstrykmåling

Differenstrykmålere anvendes almindeligvis til at afgøre, hvornår filterposerne skal skiftes, men de kan ikke registrere utætheder eller revner i filterposer, som nemt kan medføre emissioner over grænseværdien. En revne i en filterpose på størrelse med en finger vil ikke medføre nogen målelig ændring i differensstrykket, men det vil give en meget stor forøgelse af emissionen, fordi der slipper en mindre mængde urensset luft igennem, som kan have en meget stor koncentration af støv.

I mindre posefiltre kan en differenstrykmåling muligvis detektere, hvis en filterpose falder af, men det vil normalt også blive opdaget meget hurtigt, fordi der vil stå en støvsky ud af posefilteret. I større filteranlæg med mange hundrede filterposer, som er normalt på asfalanlæg, vil en differenstrykmåling ikke kunne detektere, hvis en filterpose falder af. Det mest almindelige problem med posefiltre er huller og revner i filterposerne og kun sjældent, at filterposer falder af.

Der er også nogle rent praktiske problemer med at anvende differenstrykmåling, bl.a. fordi det vil være vanskeligt at fastsætte en fast alarmgrænse, bl.a. fordi differensstrykket varierer i takt med den almindelige regenerering af filteret, som ofte sker mange gange i timen. Der kan både være variation i takt med, at filterkagen bliver tykkere og tykkere, indtil den falder af ved regenereringen, og dels forekomme der trykstød ved selve regenereringen.

Differensstrykket kan også variere efter belastningen på filteret, d.v.s. efter produktionens størrelse, fordi volumenstrømmen reguleres efter belastningen på brændere.

Det er vores vurdering, at det ikke er muligt at anvende differensstrykket til at vurdere, om posefiltre på asfalanlæg er i orden, eller om der er utætheder og forhøjet emission.

1.2.3 Emissionsgrænse for partikler

Ifølge Miljøstyrelsens vejledning nr. 2/2001 (luftvejledningen) gælder for asfalanlæg en vejledende emissionsgrænse for partikler på 20 – 40 mg/normal m³ for eksisterende anlæg og 10 mg/normal m³ for nye anlæg, når massestrømsgrænsen på 5 kg/h er overskredet, hvilket den vil være for alle asfalanlæg.

Emissionsgrænseværdierne i luftvejledningen for forbrændingsprocesser gælder generelt ved 10% O₂, men det anføres i vejledningen, at referencetilstanden for asfaltfabrikker bør være det aktuelle O₂-indhold ved referencetilstanden (O°C, 101,3 kPa, tør røggas), dog ikke højere end et O₂-indhold på 17%.

Anlæg med miljøgodkendelser fra før 2001 har typisk en emissionsgrænseværdi på 55 mg/m³(n,t) ved 10% O₂, som er fastsat efter Miljøstyrelsens orientering nr. 4/1995 (brancheorientering for asfaltindustrien). Et enkelt anlæg

med en nyere miljøgodkendelse vides at have en grænseværdi på 10 mg/m³(n,t) ved den aktuelle O₂-koncentration.

Omregning af en målt partikelkoncentration på 10 mg/m³ (n,t) ved 17% O₂ til referencetilstanden på 10% O₂ er vist i nedenstående formel.

$$C_{ref} = \frac{21 - O_2 \%_{ref}}{21 - O_2 \%_{målt}} \cdot C_{målt} = \frac{21 - 10}{21 - 17} \cdot 10 = \underline{\underline{27,5 \text{ mg} / \text{m}^3}}$$

Der er således ikke så meget forskel fra den tidligere grænseværdi på 20 - 40 mg/m³(n,t) ved 10% O₂ og til den nye på 10 mg/m³(n,t) ved den aktuelle O₂-koncentration.

Grænseværdien på 10 mg/m³(n,t) ved den aktuelle O₂-koncentration giver anledning til overvejelser om hvilken partikelkoncentration, der vil kunne måles lige efter posefilteret under de normale driftsbetingelser.

Beregnete partikelkoncentrationer under normale driftsbetingelser er derfor vist i tabel 1. Dette er et eksempel, hvor udgangspunktet har været nyere målinger på 4 asfalanlæg (anlæg 1 - 4 i tabellen), dog er partikelkoncentrationen fiktivt fastsat til 10 mg/m³ (n,t) og derefter udregnet ved den aktuelle driftssituation. Anlæg 5 angiver den situation, hvor det må forventes at få de laveste partikelkoncentrationer ved den aktuelle driftstilstand på et asfalanlæg.

		Anlæg 1	Anlæg 2	Anlæg 3	Anlæg 4	Anlæg 5
Produkt	Enhed	Granit/ slidlag	Granit/ slidlag	Granit/ slidlag	GAB1	
Kapacitet	t/h	80	140	100	105	
Røggastemperatur	°C	81	90	83	111	120
O ₂ -indhold, tør	%	17,2	16,5	17	13,9	
Vanddampindhold	%	10,5	14,3	11,8	21,3	40
Volumenstrøm, røggas	m ³ (n,t)/h	28.100	38.700	38.900	21.400	16.700
Volumenstrøm, røggas	m ³ (drift)/h	41.000	60.000	57.000	39.000	41.000
Partikelkoncentration	mg/m ³ (n,t)	10	10	10	10	10
Partikelkoncentration	mg/m ³ (drift)	7	6	7	5	4

Tabel 1. Beregning af partikelkoncentration ved driftstilstanden ud fra en partikelkoncentration på 10 mg/m³(n,t).

Afhængig af valg af filtermateriale og posefiltrets opbygning, herunder belastningen, vil der ikke være nogen problemer i at kunne overholde en emissionsgrænseværdi på 10 mg/m³ ved den aktuelle O₂-koncentration for asfalanlæg, selvom det reelt betyder, at emissionen kan være mellem 4 og 7 mg/m³ ved den aktuelle driftstilstand i posefilteret. Det forudsætter dog, at posefilteret er helt tæt, og alle filterposer er intakte, fordi selv den mindste utæthed kan medføre overskridelse af emissionsgrænsen.

1.2.4 AMS-kontrol

Ifølge luftvejledningen skal der installeres AMS-kontrol af støvemissionen, hvis massestrømmen er større end kontrolgrænsen på 200 kg/h. Ved masse-

strøm forstås den mængde af et stof pr. tidsenhed (over et skift på 7 timer), som ville udgøre hele virksomhedens udledning af stoffet, hvis der ikke blev foretaget emissionsbegrænsning. Massestrømmen fastlægges inden egentlige rensningsanlæg men efter procesanlæg. For asfaltenlæg er forudskiller og posefilter en integreret del af procesanlægget, fordi det opsamlede støv fra disse anvendes i produktionen som egenfiller.

Koncentrationen af støv i tilgangen til posefilteret er ved mange målinger vist at ligge i området fra omkring 20 g/m³(n,t) til flere hundrede g/m³(n,t). Ved disse målinger er der målt før forudskilleren.

Posefilteret (d.v.s. filterdugen) betragtes som den egentlige rensning på asfaltenlæg. Kontrolgrænsen for støv på 200 kg/h er muligvis overskredet på alle asfaltenlæg, men det kan være vanskeligt at afgøre, da forudskilleren, som betragtes som procesanlæg, ofte er en integreret del af posefilteret, hvorfor det er umuligt at måle koncentrationen til selve posefilteret.

Denne problematik forholder Miljøstyrelsens orientering nr. 4/1995 (brancheorientering for asfaltindustrien) sig til i appendiks 1 om måleprogram for emissioner til luften. Her er anbefalingen, at såfremt der ikke er forudskilning af støvet, så bør der foretages AMS-kontrol, og ellers ikke. Dette er en pragmatisk løsning som følge af vanskelighederne ved at bestemme den egentlige massestrøm før rensning på asfaltfabrikker.

Dette princip kunne videreføres, uanset om massestrømsgrænsen reelt er overskredet eller ej.

Massestrømmen er i Tabel 2 beregnet for forskellige koncentrationer og forskellige luftmængder til posefilteret for at illustrere muligheden for, at kontrolgrænsen er overskredet på nogle asfaltenlæg. Der er regnet med drift i 5 ud af de 7 timer, som massestrømmen midles over, samt en effektivitet i forudskilleren på 90%.

Støv g/m ³	20.000 m ³ /h	30.000 m ³ /h	40.000 m ³ /h	50.000 m ³ /h
20	29	43	57	71
50	71	107	143	179
100	143	214	286	357
200	286	429	571	714
300	429	643	857	1.071

Tabel 2. Massestrøm i kg/h ved forskellige volumenstrømme og koncentrationer med 5 timers drift midlet over 7 timer

Energiforbruget til tørringen er omkring 100 KWh per ton asfalt, og den tilsvarende røggasmængde er beregnet for forskellige produktionsstørrelser og vist i Tabel 3, for et naturgasfyret anlæg, inklusiv udsugning fra mikseren i blandetårn på batch anlæg. Røggasmængden fra oliefyrede anlæg er 10 - 20% større.

Produktion	Røggas
t/h	m ³ /h(n,t)
50	14.000
100	27.000
150	40.000

Tabel 3. Beregnede røggasflow ved et energiforbrug på 100 kWh/t asfalt

For at være under massestrømsgrænsen på 200 kg/h skal et anlæg med en kapacitet på 100 t/h have en støvkonzentration i røgassen, der er mindre end 100 g/m³ ved en effektivitet i forudskilleren på 90%.

Ifølge luftvejledningen er AMS-kontrol automatisk målende og registrerende udstyr, der måler hele tiden, og derved dokumenterer emissionen time for time i alle perioder med produktion.

Det er klart, at der med det formål skal foreligge en grundlæggende kalibrering af AMS-måleren, ligesom der jævnlige bør foretages parallelmålinger for at kontrollere og justere kalibreringen. Ved omregning af AMS-målingen til mg/m³ ved referencetilstanden skal der korrigeres for temperatur og vandindhold. Disse parametre varierer en hel del på asfaltanlæg, så enten skal der også foretages on-line målinger af de parametre, eller også må man acceptere en større usikkerhed på AMS-målingen.

I afsnit 3 om kraftproducerende anlæg, varmeproducerende anlæg, gasturbiner og gasmotoranlæg med en samlet indfyret effekt på mellem 5 MW og 50 MW i bilag 5 til godkendelsesbekendtgørelsen² er følgende fastsat om kalibrering af AMS- målere:

Alle AMS-målere skal gennemgå en årlig kontrol og et årligt serviceeftersyn af et sagkyndigt firma. AMS-måleudstyr til støv skal efter installation af måleren gennemgå en grundlæggende kalibrering med parallelmålinger til fastlæggelse af kalibreringskurven efter principperne i EN 13284-2 med mindst 5 målinger.

Referencelaboratoriet har foreslået følgende for kalibrering af AMS-målere på virksomheder, der ikke er omfattet af bekendtgørelserne for store fyringsanlæg og affaldsforbrændingsanlæg:

Alle AMS-målere skal gennemgå en årlig kontrol og et årligt serviceeftersyn af et sagkyndigt firma. AMS-måleudstyr til støv skal efter installation af måleren gennemgå en grundlæggende kalibrering med parallelmålinger til fastlæggelse af kalibreringskurven (efter principperne i EN 13284-2 med mindst 5 målinger). AMS-målere til O₂, CO og NO_x skal efterses og kalibreres med kalibreringsgasser efter leverandørens anvisninger. Dato og resultatet skal føres i journal. Alle AMS-målere skal kontrolleres ved en parallelmåling hvert 3. år.

Det er således ganske omkostningstungt at leve op til kravene om AMS-måling, som er angivet i luftvejledningen, og det er formentlig en medvirkende

² Bekendtgørelse nr. 943 af 16. september 2004.

årsag til, at tilsynsmyndighederne i mange tilfælde har stillet krav om støvvagter i stedet for AMS-kontrol på asfalanlæg.

2 Brancheundersøgelse

Asfaltindustriens Brancheforening indsamlede oplysninger fra alle medlemsvirksomhederne om asfaltanlæggenes bestykning af støvvagter/-målere, samt O₂- og CO-målere.

Med udgangspunkt i de indsamlede oplysninger og FORCE Technology's generelle viden om støvvagter og posefiltre, er det vurderet, om støvvagter/-målere er anvendelige til detektering af utætheder og til egenkontrol i forhold til overholdelse af emissionsgrænseværdien for støv på 10 mg/m³(n,t) ved den aktuelle O₂-koncentration.

Betegnelsen støvvagter/-målere er anvendt, for ikke at udelukke den ene type, uden at forskellen dog på forhånd er defineret. For at kunne anvende den rigtige betegnelse i det følgende, indføres følgende definition. For at komplettere definitionen medtages også AMS-målere til støv.

Støvvagter er simple målere, som udelukkende kan give en alarm, når en forudindstillet grænse overstiges. Støvvagter kan ikke kalibreres, så alarmgrænsen indstilles efter erfaring eller ved at skrue den ned indtil den giver alarm ved normal drift, og efterfølgende skrues den lidt op.

Støvmålere har en dataudgang, så den aktuelle måleværdi kan føres ind til kontrolrummet, og data kan logges. Støvmålere kan kalibreres ved parallelmåling af støvkonzentrationen, og kalibreringsfaktoren kan lægges ind i måleren, så visningen bliver i mg/m³.

AMS-støvmålere er afprøvet og godkendt af f.eks. TÜV eller CERT, så de kan leve op til kravene i QAL systemet i CEN standarden EN 14181.

I det følgende anvendes udelukkende udtrykket støvvagter om de målere, der er installeret på anlæggene. De fungerer alle som støvvagter med alarmering ved overskridelse af en alarmgrænse, selvom et par af dem kan vise den øjeblikkelige målte værdi, som korrelerer med støvkonzentrationen.

2.1 Brancheundersøgelse

Asfaltindustriens Brancheforening har 6 medlemsvirksomheder, som i alt har 39 asfaltanlæg i Danmark, som vist i Tabel 4.

Medlemmer af Asfaltindustriens Brancheforening	Antal asfaltanlæg
Arkil A/S	3
Colas Danmark A/S	8
LMK VEJ A/S	8
NCC Roads A/S	15
Pankas A/S	2
Tarco Vej A/S	3
Samlet antal:	39

Tabel 4. Medlemmer af Asfaltindustriens Brancheforening og antal asfaltanlæg

Derudover er der 2 virksomheder med 5 asfaltanlæg, som ikke er medlemmer af brancheforeningen, som vist i Tabel 5.

Udenfor Asfaltindustriens Brancheforening	Antal asfaltanlæg
Skanska Asfalt	3
Munck Intercon	2
Samlet antal:	5

Tabel 5. Virksomheder og anlæg udenfor Asfaltindustriens Brancheforening

Undersøgelsen dækker således 39 af de 44 asfaltanlæg, der findes i Danmark.

Virksomhederne har fået tilsendt et spørgeskema, som vist i Bilag 1, og alle har afgivet de ønskede oplysninger.

Det samlede antal støvvagter, O₂-målere og CO-målere på de 39 asfaltanlæg, er vist i Tabel 6

	Anlæg	Støvvagter	O ₂ -målere	CO-målere
Antal	39	20	22	1

Tabel 6. Samlet antal støvvagter, O₂-målere og CO-målere

Overordnet har godt halvdelen af anlæggene støv- og/eller O₂-målere, mens kun et anlæg har installeret en CO-måler.

Svarene på spørgsmålet om levetiden for moderne posefiltre er vist i Tabel 7.

Anslået levetid for moderne posefilter
10 - 15 år
> 20 år
7 - 8 år
Ca. 10.000 timer / 6-8 ÅR
5 - 9 år
4 - 5 år

Tabel 7. Svar på spørgsmål om levetid for moderne posefilter

De to svar med levetider på > 20 år og 10-15 år refererer formentlig til selve posefilteret og ikke filterposerne, som spørgsmålet var tiltænkt, og der ses derfor bort fra de svar.

Filterposernes levetid afhænger af mange forhold, bl.a. af luft- og partikelbelastningen, partiklernes egenskaber, samt filterposernes materiale og tykkelse. Den konkrete levetid for et konkret anlæg kan derfor ikke forudsiges, men må baseres på erfaring, som her konkret er angivet til mellem 4 og 9 år.

Det anses på denne baggrund sandsynligt, at levetiden på de fleste anlæg vil være omkring 6 år.

2.1.1 Støvvagter/-målere på asfaltenlæggene

Virksomhederne har afgivet oplysninger om antallet af asfaltenlæg, der har installeret støvvagt eller støvmåler, samt en række oplysninger om type, leverandør, anskaffelsesår, pris og måleprincip.

Der er desuden spurgt om:

- hvordan kontrol af støvemissionsgrænsen er baseret,
- støvmåleudstyret eventuelt er velegnet til at måle i området 5-20 mg/m³,
- udstyret er kalibreret over for en parallelmåling
- der er et udgangssignal, der kan logges.

Ud af de 39 asfaltenlæg der er medlemmer af brancheforeningen, har 20 af dem oplyst, at de har installeret en støvvagt. Antallet fordelt på typer og leverandører er vist i Tabel 8.

Antal	Navn	Fabrikat	Leverandør	Måleprincip
11	AS100	Sitrans	Siemens	Akustisk
1	FW 56-I	Sick	DG Teknik	Optisk
1	DS 10b	PCME Ltd	Dansk Proces Analyse	Triboelektrisk
2	STD 101A Dustguard	Sintrol	Instrumatic	Triboelektrisk
3	STD 201A Dustguard	Sintrol	Instrumatic	Triboelektrisk
2	Triboguard 4001	Auburn Systems	Dansk Analyse	Triboelektrisk

Tabel 8. Støvvagter/-målere på asfaltenlæg

Godt halvdelen af støvvagterne er en type med akustisk måleprincip, en er baseret på optisk måleprincip, og resten er triboelektriske målere fordelt på 4 fabrikater.

I Tabel 9 er vist de priser, som virksomhederne har opgivet sammen med nogle oplysninger om, hvad støvvagterne kan.

Alle målerne er installeret i perioden 1995 til 2001, så derfor formodes det, at de anførte priser er behæftet med en del usikkerhed i forhold til nuværende priser. Det er også uvist, om priserne dækker både indkøb og installation af støvvagterne.

Da der specielt er sket en udvikling indenfor de triboelektriske målere, så afspejler de anførte priser den teknologi og de muligheder for overvågning af støvemissionen, der fandtes i slutningen af 90'erne. I dag kan der erhverves

triboelektriske støvmålere, med langt mere avancerede muligheder for automatisk overvågning og kontrol af støvemissionen, i prisområdet mellem 20.000 og 35.000 kr.

Navn	Oplyst pris kr.	Velegnet til måling af 5 - 20 mg/m ³	0 - 20 mA udgangssignal	Kalibreret ved parallelmåling
AS100	15.000	Nej	Nej	Nej
FW 56-I	40.000	Ja (Ja/Nej)	Ja (Nej)	Ja/Nej
DS 10b	11.000	Ja (Nej)	Ja	Nej
STD 101A Dustguard	17.500	Ja	Ja	Ja
STD 201A Dustguard	35.000	Ja	Nej	Nej
Triboguard 4001	35.000	Ja	Nej	Nej

Tabel 9. Opgivne priser og performance for støvvagter/-målere på asfaltanlæg. Der er indhentet oplysninger fra leverandørerne og producenteres hjemmesider, for alle de støvmålere/-vagter der er oplyst anvendt på anlæggene. Ud fra dette materiale, er svarene til spørgsmålet, om støvvagten er velegnet til at måle i området 5 – 20 mg/m³ og om der er et 0 – 20 mA udgangssignal korriigeret til, at være i overensstemmelse med leverandørangivelserne. Virksomhedernes oplysninger er i de tilfælde angivet i parenteser.

Både virksomhedernes oplysninger og leverandørens data for den akustiske måler AS100 viser, at det er tvivlsomt, om den kan fungere som støvvagt. Dette gennemgås mere detaljeret i afsnit 2.1.2. De øvrige målere er grundlæggende velegnede som støvvagter, ved koncentrationer i området 5 – 20 mg/m³.

Kun en af målerne opgives at være kalibreret ved en parallelmåling.

Støvvagter som kun har alarmfunktion og intet udgangssignal, kan ikke umiddelbart kalibreres ved parallelmålinger. Hvis de skal indstilles til at give alarm ved en bestemt koncentration, skal de udsættes for denne koncentration, og alarmgrænsen skrues ned, indtil alarmeren lige bliver aktiveret. I praksis indstilles alarmgrænsen for den type målere ofte ved, at alarmgrænsen skrues ned, mens den er udsat for normal støvkoncentration, indtil alarmeren aktiveres, hvorefter den skrues lidt op igen. Hvis støvkoncentrationen ikke er bestemt ved parallelmåling ved indstillingen, så er der ingen viden om, hvor alarmgrænsen er i forhold til emissionsgrænsen. Indstilling og kalibrering af alarmgrænser er nærmere beskrevet i afsnit 2.2.2 på side 28.

Kun to af målerne har en 4 – 20 mA udgang, så målesignalet kan logges og/eller ses på en kurve. De øvrige har kun en eller to relæudgange, som kan kobles til en alarm, der aktiveres, når den indstillede værdi overskrides.

Der er observeret problemer med støvvagter i forbindelse med opstarter, hvor der kan forekomme kondenseringer efter posefilteret, indtil systemet er varmet op. Problemet er størst ved den første opstart om morgenen, og specielt i den kolde del af året.

Driften af asfaltanlæggene er lidt speciel, fordi der udelukkende produceres asfalt efter bestilling. Anlæggene har derfor en typisk produktionsdag, med 2 – 4 timers drift fra tidlig morgen, og ½ til 1½ times drift en eller to gange i løbet af dagen. Der kan være meget store variationer i produktionstiden fra dag til dag, og der er også en meget stor variation i løbet af året. Der er slet ingen

produktion i vintermånederne på de fleste anlæg, fordi der meget sjældent udføres asfaltarbejde i den kolde og våde periode.

2.1.2 AS100 med akustisk måleprincip

AS100 hed tidligere Senaco AS100 og blev solgt af Milltronics, men forhandles i dag af Siemens, under navnet Sitrans AS100.

Måleren er baseret på akustisk måling ved at måle den højfrekvente støj i området 2 til 200 kHz, som materialer i bevægelse udsender.

Anvendelsen er primært måling af flowet af produkter i store koncentrationer, d.v.s. kommer der materiale eller ej, samt opblokningsvagt, f.eks. i bunden af cykloner, siloer og doseringsudstyr. Burst Filter Bag Detection, d.v.s. revnet eller sprængt filterpose detektering, er dog nævnt som en afprøvet anvendelse i firmaets brochure, men det har endnu ikke været muligt at få oplysninger fra leverandøren om målerens følsomhed i forhold til den anvendelse.

Målerens respons på forskellige partikelstørrelsesfordelinger er ukendt, ligesom der heller ikke er nogen oplysninger, om der er en lineær sammenhæng mellem målesignal og den aktuelle støvkonzentration i kanalen.

Det er oplyst fra en bruger af målertypen, at der er foretaget en kalibrering og indstilling af alarmgrænsen ved at dosere en kendt mængde støv i kanalen og aflæse målerens signal. Derved sås en tydelig ændring i målesignalet, fra 0,70 til 0,94 ved forøgelse af doseringen fra 25 g/min til 80 g/min. Doseringen svarer til en koncentration i området fra omkring 35 til 120 mg/m³ ved den aktuelle driftstilstand.

Ifølge Tabel 1 på side 16 bliver koncentrationen 1,5 til 2,5 gange højere ved omregning fra driftstilstanden til normaltilstanden (n,t), og hvis der ikke tages hensyn til det, så bliver alarmgrænsen indstillet på et alt for højt niveau. Hvis målere på den måde er indstillet til at give alarm ved en koncentration på 50 mg/m³ ved driftstilstanden, så kan den i værste fald reelt være indstillet til en koncentration på 125 mg/m³ ved normaltilstanden.

Det er oplyst, at der er problemer med aktivering af målerens alarm i forbindelse med opstarter, hvilket skyldes kondensation af vanddamp. Det viser dels, at måleren trods alt kan registrere en forhøjet koncentration, og dels at det er problematisk med en støvvagt, der kun har en simpel alarmgrænse, fordi den reagerer på kondensation af vanddamp, som hyppigt forekommer i forbindelse med opstart.

2.1.3 Sick støvvagt med optisk måleprincip

Støvvagten FW56 er en optisk transmissionsmåler, hvor princippet i målingen er, at en lysstråle kastes på tværs af kanalen og returneres af en reflektor, der er placeret på den anden side af kanalen. Denne reflektor er sammenbygget med en modtager og en sender. Herved måles intensiteten af det udsendte lys og det returnerede lys. Transmissionen defineres som det returnerede lys divideret med det udsendte lys.

Transmissionsmålere kræver forholdsvis store skorstene for at måle de lave koncentrationer, der findes i skorstene i dag. Da absorptionen ved samme

partikkelkoncentration stiger proportionalt med længden på målestrækningen, her udtrykt som kanaldiameteren, er en måling i en skorsten med en diameter på 10 meter, 10 gange mere følsom end en måling i en skorsten med en diameter på 1 meter.

Opaciteten, der er den procentdel af lyset, der forsvinder og ikke bliver reflekteret på reflektoren, kan anvendes som et mål for partikkelkoncentration. Det vil sige, jo mindre lys der bliver reflekteret på grund af partikler i røggassen, jo højere opacitet.

Ved måling af lysets dæmpning registrerer man tværsnitsarealet af partiklerne i kanalen. Dette har betydning for målingens resultat, da partiklens vægt er proportional med volumenet og ikke med arealet. Selvom måleren er kalibreret med parallelmålinger, så er den følsom overfor ændringer i partikelstørrelsesfordelingen. Ved brud på en filterpose, som måleren nemt vil kunne detektere, vil der komme flere større partikler, som måleren vil registrere med en mindre koncentration, end der i virkeligheden er.

Nogle typer støv har måleren svært ved at registrere, f.eks. hvis partiklerne reflekterer lyset, så det kastes tilbage til detektorer. FW 56 sælges derfor ikke mere, og Sick anbefaler at anvende en FW102, der anvender et mere robust måleprincip.

Begge typer målere er også følsom overfor kondens/vanddråber, fordi både vanddråber i luften og på linserne vil blive målt som partikler. Hvis kondens og vanddråber kun forekommer periodevis, og vandet efterfølgende fordamper, vil måleren igen detektere støvkoncentrationen, uden at vandet har efterladt nogen påvirkning.

En komplet FW102 måler koster knap 35.000 kr.

DG Teknik, der forhandler og servicerer Sick udstyr, anbefaler, at måleren tilses og justeres af leverandøren 2 gange årligt, hvilket vil koste godt 2.000 kr. pr. gang. Servicing af denne type optisk måler kræver specialviden, idet de to enheder overfor hinanden i skorstenen skal være justeret præcist i forhold til hinanden.

2.1.4 Triboelektriske målere

Ordet triboelektrisk er afledt af det græske ord for gnidning eller friktion.

Metoden er baseret på den elektrostatiske opladning, en isoleret sonde får, når partikler gnides mod denne. Opladningen stiger med stigende partikkelkoncentration i røggas, men også med stigende røggashastighed. Da der er tale om elektrisk opladning i meget små mængder, er det en forudsætning for at anvende metoden, at hverken luften omkring partiklerne eller partiklerne er elektrisk ledende, og at sonden er isoleret effektivt fra luftkanalen.

Målemetoden er afhængig af støvets elektriske egenskaber, som bl.a. påvirkes af fugtindholdet i røggassen og støvpartiklerne. Er der dråber eller aerosoler i luften, vil de blive målt som partikler, og vandindholdet i partiklerne vil ligeledes blive målt, fordi det bidrager til partiklernes elektriske egenskaber. Variationer i støvets fugtindhold på asfalanlæg vurderes ikke at have nogen væsentlig betydning for målingen. Er der så meget fugt, at det kondenserer på overfladerne i kanalerne, så sonden kortsluttes til kanalvæggen, vil måleren slet

ikke fungere. Det vil typisk kunne ske under opstarter på asfalanlæg, hvor systemet er koldt.

Store partikler detekteres bedre end små partikler, og der er også en nedre grænse for detektering af små partikler, når de er så små, at de følger luften rundt om sonden i stedet for at ramme den. Det betyder, at partikler mindre end 0,3 µm detekteres dårligt ved triboelektrisk måling. Partikler fra et effektivt og tæt posefilter er typisk mindre end 1 µm, men ved utætheder vil der være mange større partikler. Triboelektrisk måling er derfor velegnet til at detektere posefilterbrud eller andre utætheder, som medfører forhøjet emission.

Lidt belægninger på sonden betyder ikke noget for målingen, men tykke belægninger, i størrelsen mere end 4-5 mm, kan nedsætte målerens følsomhed.

Målingen er proportional med vægten af partiklerne, så ved korrekt anvendelse og kalibrering med parallelmålinger, kan koncentrationen vises direkte i mg/m³.

For at sikre korrekt måling skal sonden med mellemrum tages ud, og støvaflejringer fjernes. Den nødvendige hyppighed kan være ugentligt eller hvert halve år, alt efter støvets beskaffenhed og koncentration. Tidsforbruget til vedligeholdelse er således begrænset til nogle få timer om året.

En triboelektrisk støvvagt med alarmgrænser og udgangssignal, så den øjeblikkelige måling kan vise og logges i kontrolrummet, kan fås for knap 20.000 kr. En mere avanceret udgave, som er TÜV certificeret, koster knap 35.000 kr.

Triboelektriske målere er følsomme overfor kondens/vanddråber, fordi vanddråber vil blive målt som partikler. Hvis kondens og vanddråber kun forekommer periodevis, og vandet efterfølgende fordamper, vil måleren igen detektere støvkoncentrationen, uden at vandet har efterladt nogen påvirkning, med mindre støvets karakter ændres, f.eks. ved at danne hårde belægninger.

2.2 Krav og anbefalinger til støvmonitorer

De eksisterende støvvagter på asfalanlæggene bærer præg af, at der er stillet krav om installering af støvvagter uden en klar defineret af, hvad de skal kunne, og hvordan de skal anvendes.

Støvvagter kan være et godt og effektivt supplement til den almindelige kontrol og opmærksomhed, der altid bør være på driften af et posefilter. Støvvagter kan dog også give en falsk tryghed, så man slækker på den almindelige kontrol og opmærksomhed på posefilterets drift, fordi det holder støvvagten jo øje med.

Der er derfor en række vigtige ting, man bør afklare, før man kræver en støvvagt installeret, så den bliver et supplement til overvågningen af posefilteret, og ikke en erstatning for visuel inspektion og overvågning.

5. Formålet med kravet om en støvvagt.
Man skal grundlæggende have fastlagt formålet med at installere eller kræve en støvvagt eller støvmåler. Er formålet f.eks. at detektere en forhøjet emission, f.eks. ved brud på en filterpose, eller sikre

at emissionsgrænsen aldrig overskrides?

6. Krav til støvvagtens funktion
Med baggrund i punkt 1 fastlægges krav til støvvagten, så det sikres, at den valgte måler installeres og indstilles eller kalibreres, så den kan måle pålideligt ved de konditioner, der forekommer i afkastet fra asfaltenlæg.
7. Drift og vedligeholdelse af støvvagt
Der bør være krav til instruktion af driftspersonalet i målerens funktion, og hvordan der skal reageres på alarmer eller forhøjet emission, samt krav til kontrol og vedligeholdelse af måleren.
8. Driftsvilkår for posefilter
Krav om støvvagt bør ikke stå alene, men bør være suppleret med driftsvilkår for posefilteret, men med lempeligere krav end hvis der ikke var installeret støvvagt.

En uddybet diskussion af ovenstående punkter gives i de følgende afsnit.

2.2.1 Formålet med krav om støvvagt

I følge reglerne i luftvejledningen skal der installeres AMS-kontrol for støv, hvis massestrømsgrænsen på 200 kg/h er overskredet.

I situationer hvor AMS ikke er mulig, anvendes ifølge luftvejledningen stikprøvekontrol.

En AMS-måler, som kan håndtere kondensproblemerne i forbindelse med opstarterne, koster fra knap 300.000 kr. og opefter. Det er således ganske omkostnings-tungt at leve op til kravene om AMS-måling, som er angivet i luftvejledningen, og det er formentlig en medvirkende årsag til, at tilsynsmyndighederne i mange tilfælde har stillet krav om støvvagter i stedet for AMS-kontrol.

Formålet må grundlæggende være at sikre og/eller dokumentere, at emissionsgrænseværdien altid overholdes, og at der gribes hurtigt ind, hvis emissionsgrænseværdien overskrides.

Er der tale om støvkoncentrationen efter et posefilter på et asfaltenlæg, så kan der tages udgangspunkt i viden om sådanne posefilters effektivitet og driftsmæssige svagheder. Støvkoncentrationen efter tætte posefiltre vil være mindre end emissionsgrænseværdien, og der er principielt to muligheder for, at emissionen øges til mere end grænseværdien. Enten øges koncentrationen langsomt i takt med, at filterposerne slides tyndere og tyndere, så flere mindre partikler trænger gennem filtermediet, eller også er der tale om pludselige stigninger i koncentrationen p.g.a. utætheder, som kan være huller i filterposer, utætheder i samlinger eller tæring i filterhuset.

Hvis formålet overordnet er at kontrollere, at posefilteret er i orden, kan der sagtens anvendes simple støvmålere, som med stor sikkerhed vil kunne detektere både en langsomt eller pludseligt stigende emission, men der vil være en række krav, som skal opfyldes, for at denne sikkerhed opnås.

2.2.2 Krav til støvvagtens funktion

Med baggrund i punkt 1 fastlægges krav til støvmåleren, så det sikres at den valgte måler installeres og indstilles eller kalibreres, så den kan måle pålideligt ved de konditioner, der forekommer i afkastet fra asfalanlæg.

2.2.2.1 Kondens ved opstart

Det første problem der skal løses, er målingen af kondenseret vand i forbindelse med opstart, og vi kan se to muligheder for dette.

1. Den ene mulighed er at vælge en støvmåler, som kan håndtere sådan et vandproblem, men så er der tale om en AMS-måler, som koster fra knap 300.000 kr. og opefter.
2. Den anden mulighed er dels, at alarmerne for forhøjet emission først udløses efter en vis tid med høj koncentration, og dels at målesignalet logges og vises på kurveform, så driftspersonalet kan følge niveauet. Nyere støvvagter-/målere kan umiddelbart dette.

De fleste af de støvvagter, der findes på asfalanlæggene, kan ikke honorere disse krav, fordi der ikke er noget målesignal, der kan føres ind i kontrolrummet.

2.2.2.2 Kalibrering og alarmgrænser

Det er nødvendigt at foretages en kalibrering af måleren, så der kan fastlægges en rimelig overensstemmelse mellem den målte værdi og koncentrationen dels i mg/m^3 ved driftstilstanden og ved referencetilstanden.

Det anbefales, at der i den daglige drift generelt anvendes måleværdier, der er kalibreret til driftstilstanden, fordi det gør de målte værdier direkte sammenlignelige over tid. Emissionsgrænseværdien skal derfor omregnes til en alarmgrænseværdi ved driftstilstanden, og der bør selvfølgelig indregnes en rimelig sikkerhedsmargen, så alarmgrænsen ved driftstilstanden altid vil være mindre end emissionsgrænseværdien ved referencetilstanden. Beregningen må foretages ud fra oplysninger om de normalt forekommende driftstilstande på hvert enkelt anlæg.

Kalibreringen anbefales udført ved parallelmålinger nogenlunde som en præstationskontrol. Posefilteret bør have relativt nye filterposer, og det skal være inspiceret og tjekket for utætheder, så emissionen er så lille som muligt. Der foretages 2 eller 3 en-times målinger af partikelemissionen, og målingerne gentages, efter at der er lavet et passende hul i en filterpose, så koncentrationen ifølge støvvagten er steget med en faktor 2 – 4, så hældningen på kalibreringskurven kan fastlægges. Anvendes en triboelektrisk støvmåler, kan det andet sæt målinger muligvis udelades, hvis der er en god lineær sammenhæng mellem målesignal og massen af partiklerne.

Kalibreringen bør jævnligt kontrolleres ved parallelmålinger, f.eks. hver tredje år.

Ud fra kalibreringskurven kan en eller flere alarmgrænser nemt indstilles til at give alarm, f.eks. ved en fordoblet koncentration i forhold til normalværdien, samt ved overskridelse af den koncentration der svarer til emissionsgrænseværdien ved referencetilstanden.

Målingerne, der er vist i Bilag 3, viser emissioner på mellem 2,7 og 7,5 mg/m^3 ved den aktuelle O_2 -koncentration for velfungerende filtre med relativt nye

filterposer. Det betyder, at der med en grænseværdi på 10 mg/m³ kan være et meget lille spænd fra den faktiske emission og op til grænseværdien, og det vil stille meget store krav til støvmålerens nøjagtighed og kalibrering. Kompensering for temperaturen er relativ uproblematisk, men kompensering for røggassens vandindhold er mere problematisk, for den kan variere ganske meget (fra 10% til mere end 30%). Det vil være meget nemmere at håndtere en støvmåling, hvis grænseværdien gælder ved det aktuelle vandindhold, fordi målingen derved kun skal kompenseres for temperaturen.

2.2.3 Drift og vedligeholdelse af støvmåler

Driftspersonaler skal være bekendt med funktionen af støvmåleren, således at de både kan følge og vurdere ændringer i den målte støvkonzentration, og reagere korrekt i tilfælde af pludselige stigninger i koncentrationen, som eventuelt udløser den indstillede alarm.

Der bør udarbejdes en instruks i tilsyn og vedligeholdelse af støvmåleren, som med udgangspunkt i leverandørens anvisninger og erfaringerne med driften fastlægger hyppigheden af tilsyn og rensning af sonden m.v.

Der bør også etableres en mulighed for manuelt at dosere støv ind i kanalen efter posefilteret, således at man jævnligt kan teste, at måleren kan detektere en forhøjet støvkonzentration, og at alarmgrænserne fungerer. Kontrol af måleren kan derved foretages hurtigt og effektivt, uden nævneværdigt tidsforbrug.

2.2.4 Driftsvilkår for posefilter

Krav om støvmåler bør ikke stå alene, men bør være suppleret med driftsvilkår for posefilteret, som eventuelt kan være lempeligere krav, end hvis der ikke var installeret støvmåler.

Der bør som minimum enten være krav om jævnlig kontrol af støvmålerens funktion eller krav om jævnlig inspektion af posefilteret afgangsside for støvaflejring, som indikation for utætheder.

Der bør også være krav om registrering af:

1. Resultaterne af posefilterinspektionerne
2. Resultat af test med dosering af støv i kanalen
3. Episoder med forhøjede støvemissioner og alarmer fra støvmåleren
4. Dato for udskiftning af filterposer (uanset antal)
5. Kalibreringer af støvmåleren

2.2.5 Opsummering og vurdering

Miljøstyrelsen har specifikt ønsket følgende spørgsmål besvaret, med udgangspunkt i branchens undersøgelse af installerede støvmålere:

1. Om de nuværende støvvagter/-målere kan anvendes som driftskontrol til at detektere, om der er defekter ved posefiltrene, herunder om differenstrymålere er velegnede til en enkel daglig driftskontrol.

2. Om de nuværende støvvagter/-målere kan anvendes som egenkontrol til vurdering af overholdelse af en emissionsgrænse v.h.a. datalogning, herunder en diskussion i forhold til rigtig AMS og QAL-test (og arbejdet/besværet med dette).
3. Diskussion af muligheden for anvendelse af kontrol ved emissionsmålinger, som alternativ til støvmålere.

Ad 1.

Det vurderes samlet, at ingen af de installerede støvvagter umiddelbart kan anvendes som driftskontrol til at detektere, om der er defekter ved posefiltrene. Det skyldes både problemerne med alarmer i forbindelse med opstarter p.g.a. kondensering af vanddamp, og manglende kalibrering og korrektion for omregningen mellem målingen ved driftstilstanden og referencetilstanden.

Differenstrykmåling er heller ikke anvendelig til at detektere utætheder i posefilteret, fordi en lille utæthed i et stort posefilter, som giver anledning til en stor overskridelse af grænseværdien, vil være så lille, at der ikke kan ses en ændring i differenstrykket.

Ad. 2.

Der er mulighed for at udtage et målesignal fra tre af de installerede målere, til opsamling i datalogger, og de kan formentlig bringes til at give en indikation af, om emissionsgrænseværdien overholdes. Det vil dog forudsætte en kalibrering med parallelmålinger, samt en afklaring af driftsvariationerne, som giver forskellige omregningsfaktorer for omregningen til referencetilstanden.

Støvvagter, som dem der er installeret flest af, kan aldrig bringes til at erstatte den kontrol, der kan foretages med AMS-målinger, men med andre støvmålere vil der kunne etableres en overvågning af støvemissionen, som både kan advare om stigende støvemission og dokumentere den aktuelle koncentration i forhold til grænseværdien.

AMS-støvmålere, der med stor sikkerhed kan dokumentere støvemissionen time for time, er meget omkostningstunge, både i investering og vedligeholdelse. Hvis de tillige skal kalibreres og vedligeholdes i overensstemmelse med QAL systemet i EN 14181, bliver driftsomkostningerne betragtelige. Både AMS-målere og kalibrering efter QAL systemet anses for unødvendigt for at kontrollere, at posefiltrene på asfalanlæg er i orden.

Ad 3.

Ifølge luftvejledningen skal der anvendes stikprøvekontrol, hvis AMS-kontrol ikke er mulig. Stikprøvekontrol skal som udgangspunkt udføres 6 gang årligt, men antallet kan nedsættes med 2, hvis emissionen over to år er mindre end 50% af grænseværdien.

Stikprøvekontrol er ikke ret udbredt, bl.a. på grund af de store omkostninger, der er forbundet med den. Stikprøvekontrol på emissionen af støv fra asfalanlæg anses for at være alt for restriktiv, og skal der foretages målinger, anbefales præstationskontrol anvendt.

På baggrund af antallet af målinger på asfalanlæg, der viser væsentlige overskridelser af grænseværdien, kan præstationskontrol dog være utilstrækkeligt, til at kunne sikre overholdelse af grænseværdien over hele året.

Kombineres præstationskontrol med driftsvilkår for tilsyn og vedligeholdelse af posefilteret, vil det give en større sikkerhed for et velfungerende posefilter, men det vil ikke give sikkerhed for overholdelse af grænseværdien. Med udgangspunkt i en emissionsgrænseværdi for nye anlæg på $10 \text{ mg/m}^3(\text{n,t})$ ved den aktuelle O_2 -koncentration, skal der kun meget små utætheder i posefilteret til, før grænseværdien overskrides, og det kan ikke med sikkerhed findes ved inspektion af filteret.

På den baggrund kan det også påpeges, at en grænseværdi på $10 \text{ mg/m}^3(\text{n,t})$ ved den aktuelle O_2 -koncentration er meget lav, fordi det svarer til en koncentration på mellem 7 og 4 mg/m^3 ved den aktuelle driftstilstand i posefilteret. Det stiller meget store krav til tætte filterposer og hurtig reaktion ved selv de mindste utætheder.

3 O₂- og CO-målere

Brancheundersøgelsen viser, at godt halvdelen af anlæggene har O₂-måler, og kun et anlæg har en CO-måler.

Ingen anlæg anvender O₂-målingen til styring af forbrændingsprocessen. Der er også uvist, om der overhovedet sker nogen registrering af O₂-målingerne (også CO-måleren), og om de på nogen måde anvendes aktivt til kontrol af forbrændingsprocessen.

I brancheorienteringen er der følgende krav i relation til måling af O₂/CO₂ og CO:

- Der skal installeres udstyr i skorstenen til kontinuert registrering af (enten CO, eller λ (O₂/CO₂)).
- Der bør generelt stilles vilkår om, at forbrændingen styres automatisk med et luftoverskud λ på højst 5,5.
- Herudover må flammen ikke afkøles ved, at stenmaterialer falder ind i selve flammen eller ved tilskud af ekstra tørreluft til selv flammen, idet et eventuelt lufttilskud skal foregå uden for selve forbrændingszonen.

Noget af baggrunden for disse krav findes i 1987/88 undersøgelsen³, hvor der bl.a. blev fundet:

- en klar sammenhæng mellem λ og lugtemission.
- at røggas i sig selv har en lugt i størrelsen 500-1000 LE/m³ ved $\lambda=1,2$.
- at en direkte fortynding til $\lambda=4$ giver en lugtemission på 100-250 LE/m³.
- at lugten efter tørretromlen tilskrives tilstedeværelsen af uforbrændte kulbrinter i røggassen.
- at der ikke synes at være forskel på lugtemissionen med og uden grenbrug.
- at der er en tendens til, at gasfyrede anlæg har lavere lugtemission end oliefyrede anlæg (dette har formentlig ændret sig til i dag, hvor svovlindholdet i olien er mindre).
- at dårlig/ufuldstændig forbrænding betyder emission af uforbrændte kulbrinter, herunder dannede PAH'er.
- at PAH-indhold i røggassen typisk er større ved tilsætning af genbrugsasfalt end uden.

Det blev også anbefalet, at brænderens luftoverskud bør reguleres til $\lambda=2$, og yderligere tørreluft bør tilsættes uden om brænderen, som helst skal være forsynet med et brænderrør, som beskytter flammen mod unødigt afkøling. Det er dog kun en beskedent del (mindre end 5) af de danske anlæg, som tilsætter tørreluften udenom brænderen.

³ Undersøgelse af støv-, PAH-, SO₂- og lugtemissionen fra stationære asfaltværker med og uden genbrug 1987/88. Udført af dk-TEKNIK for Miljøstyrelsen og Asfaltindustrien

Både CO og O₂ eller CO₂ er en kontrol af forbrændingens kvalitet, men hvor O₂ eller CO₂ i princippet kan bruges til at beregne λ og styre luftoverskuddet, kan CO kun bruges som en kontrol af forbrændingen og dermed et indirekte mål for emissionen af bl.a. PAH'er.

Asfalanlæg kan have problemer med at overholde en maksimal λ på 5,5 i skorstenen ved lav last på brænderen, selvom både forbrændingen og λ efter tørretromlen er helt i orden.

3.1 Vurdering af O₂- og CO₂-måling i skorstenen

Et passende luftoverskud er nødvendig, men ikke tilstrækkelig forudsætning for en ren og energiøkonomisk forbrænding. Det vil i praksis sige, at λ skal ligge mellem ca. 2 og 5,5. Luftoverskuddet måles enten som en O₂- eller CO₂-måling, og ligesom for CO-målingen sker det bedst i afgangsluften fra tørretromlen, men p.g.a. det stor støvindhold og risiko for lagdeling af koncentrationen, kan det bedst lade sig gøre at måle efter posefilteret.

Anvendeligheden af en O₂- eller CO₂-måling i skorstenen er ikke entydig, fordi der ikke er en direkte sammenhæng til forbrændingens luftoverskud og kvalitet. Målingen kan heller ikke direkte dokumentere, om den maksimale λ på 5,5 er overholdt, fordi en sådan måling normalt ikke vil være kompenseret for vandindholdet, og λ er defineret ved tør måling.

Der sker en fortynding af det luftoverskud, brænderen er indstillet til, ved tilførsel af fortyndingsluft med:

1. Ekstra tørreluft, der tilsættes udenom brænderen.
2. Luft der trækkes ind ved indførsel og udtagning af stenmaterialerne.
3. Luft fra generelle utætheder i hele systemet frem til sugetræksblæseren mellem posefilter og skorsten.
4. Luft der udsuges fra mikseren og muligvis andre procesafsnit.

Desuden påvirkes en beregnet λ af røggassens vandindhold, fordi anlægsmålere til O₂ og CO₂ normalt måler koncentrationen ved det aktuelle vandindhold, som varierer både med vandindholdet i stenmaterialerne og produktionens størrelse. Vandindholdet giver derfor en ekstra fortynding og dermed større λ i forhold til en tør måling.

Beregning af λ ud fra måling af O₂ eller CO₂ i skorstenen vil derfor give højere resultat, end det brænderen er indstillet til. Brænderen kan således være indstillet til og køre med en λ på 2-3, selvom der måske måles en λ , der er større end 5,5 i skorstenen, p.g.a. fortyndingsluften og de aktuelle driftstilstande. Forholdet er mest udtalt ved lav last på brænderen, hvor røggasmængden er mindst i forhold til mængden af fortyndingsluft. Hvis sugetræksblæseren ikke kan reguleres tilstrækkelig langt ned, så kan mængden af fortyndingsluft ved lav last være forholdsvis meget større end ved høj last.

Andelen af fortyndingsluft vil variere med belastningen på tørretromlen, og samlet betyder fortyndingsluften og i nogen grad vandindholdet, at det ikke er muligt at anvende en O₂- eller CO₂-måling i skorstenen til en direkte styring af brænderen. Det betyder også, at en grænse for λ på 5,5 målt i skorstenen ikke

er en velegnet styrings- og kontrolparameter, fordi der ikke er en direkte sammenhæng til luftoverskuddet i brænderen.

Hvis O_2 - eller CO_2 -måling i skorstenen skal anvendes til en direkte styring af brænderen, skal der være styr på alle de nævnte fortyndingsforhold, og det vil formentlig være urealistisk i praksis.

O_2 - eller CO_2 -måling i skorstenen kan derfor reelt kun anvendes til en indikation af forbrændingsforholdene, med mindre værdien sammenholdes med viden om fortyndingsforholdene ved den aktuelle produktion og belastning.

Selvom grænseværdien for λ på 5,5 i skorstenen overskrides, så kan forbrændingsforholdene være gode nok, med en lav λ -værdi i selve brænderen. Energiforbruget taler for at holde så lav en λ som muligt, fordi der er væsentlige besparelsesmuligheder ved at køre med en lavere λ -værdi. En lavere λ -værdi vil også betyde en mindre røggasmængde, og dermed en lavere belastning på posefilteret, som dels vil medføre en lidt bedre rensning, og dels en lidt længere levetid for filterposerne.

3.2 Vurdering af CO måling i skorstenen

CO er ikke en forureningskomponent i sig selv, men kan tjene som indikator for, hvor effektiv forbrændingen foregår. For at undgå emission af bl.a. PAH som følge af dårlig forbrænding, kan der stilles krav til røggassens indhold af CO.

Måling af CO sker bedst i afgangsluften fra tørretromlen, men p.g.a. det store støvindhold, kan det bedst lade sig gøre at måle efter posefilteret.

Brancheorienteringen angiver, at CO bør måles som præstationskontrol med en grænseværdi på 0,08 vol % ved 10% O_2 tør røggas. Det angives også, at en kontinuert CO-måling vil kunne erstatte både præstationskontrollen af CO og den kontinuerte måling af O_2 eller CO_2 .

En CO-måling vil langt mere sikkert kunne afsløre problemer med forbrændingen uanset årsagen, end en måling i skorstenen af O_2 eller CO_2 vil kunne. CO-målingen vil dog ikke umiddelbart kunne anvendes til dokumentation for overholdelse af emissionsgrænsen på 0,08 vol % ved 10% O_2 tør røggas, fordi det vil forudsætte samtidig måling af O_2 , temperatur og vandindhold, for at kunne omregne målingen til referencetilstanden.

3.3 Samlet vurdering og anbefaling

Kontrol af λ ved måling af O_2 eller CO_2 i skorstenen er problematisk, fordi der ikke er en direkte sammenhæng mellem λ i skorstenen og λ i forbrændingen.

Hvis krav om beregning af λ ved måling af O_2 eller CO_2 i skorstenen fastholdes, bør der tages højde for fortyndingen, således at målingen bedst muligt giver en reel værdi for λ efter tørretromlen, og dermed mere direkte afspejle forbrændingsforholdene. Det kunne være ved en graduering af kravet til λ , så der tillades en højere værdi end 5,5 ved lav last, men der findes ikke data, der kan dokumentere, hvordan en sådan graduering skulle være.

En CO-måling vil langt mere sikkert kunne afsløre problemer med forbrændingen uanset årsagen, end en måling af O_2 eller CO_2 vil kunne.

CO-målingen vil dog ikke umiddelbart kunne anvendes til dokumentation for overholdelse af emissionsgrænsen, fordi måleresultatet ikke umiddelbart kan omregnes til referencetilstanden.

Et CO vilkår defineret ved driftssituationen, d.v.s. uden korrektion for hverken vandindhold eller O_2 -koncentration, ville være meget nemmere at håndtere, fordi det vil svare direkte til CO-målerens visning.

Forbrændingens kvalitet kunne kontrolleres og dokumenteres ved akkrediterede målinger til bestemmelse af λ og CO, med et til 3 års mellemrum.

Hovedparten af anlæg med gasbrændere er underlagt 2 årlige lovpligtige tilsyn og justering af brænderne, men der er ikke krav om, at målingerne udføres akkrediteret. Oliebrændere er ikke omfattet af tilsvarende lovpligtige eftersyn.

4 Litteraturliste

1. Luftvejledningen. Vejledning nr. 2, 2001. Miljøstyrelsen.
2. Brancheorientering for asfaltindustrien. Orientering fra Miljøstyrelsen Nr. 4, 1995.
3. Godkendelsesbekendtgørelsen, Nr. 943 af 16/9-04
4. Undersøgelse af støv-, PAH-, SO₂- og lugtemissionen fra stationære asfaltværker med og uden genbrug 1987/88. Udført af dk-TEKNIK for Miljøstyrelsen og Asfaltindustrien.
5. CEN standarden DS/EN 14181, 2004. Stationary source emissions - Quality assurance of automated measuring systems
6. Telefoniske oplysninger fra Jan Kjærulf fra NCC
7. Stikprøvemålinger på asfaltanlæg i amtet. Københavns Amt. September 2004. FORCE Technology, DANAK rapport nr. 2869-01.
8. Spørgeskema undersøgelse om støv-, CO- og O₂-målere på danske asfaltanlæg, udført af Asfaltindustriens Brancheforening. August 2005.
9. Måleudstyr og indregulering af gasforbrugende apparater. Krav til måleudstyr og indregulering af gasforbrugende apparater. Projektrapport. Juni 2004. Dansk Gasteknisk Center a/s.
10. Oplysninger og brochurer fra danske og udenlandske leverandører af støvvagter og støvmålere.
11. Environmental guidelines on Best Available Techniques (BAT) for the production of asphalt mixes. 1995 European Asphalt Pavement Association EAPA.

5 Bilag

Bilag 1. Spørgeskema til Asfaltindustriens Brancheforenings medlemmer

Bilag 2. Kornstørrelsesfordeling for GAP gus fra NCC

Bilag 3. Nye og gamle måleresultater fra danske asfalanlæg

Spørgeskema til Asfaltindustriens Brancheforenings medlemmer



Spørgsmål til støvmålinger på stationære asfaltanlæg

Angiv det totale antal stationære asfaltanlæg: _____

For asfaltanlæg med støvmåler eller støvvagt bedes nedenstående skema udfyldt:

Fabrik	Leverandør	Type	Alder	Pris	Måleprincip
Benyt evt. anonym form (A, B, C osv.)	Angiv navn på leverandør eller udstyr	Angiv udstyrets typenr.	Angiv hvilket år (ca.) udstyret er anskaffet	Angiv udstyrets nypris i kr.	Angiv hvorledes støvmålingen rent teknisk foretages, f.eks. optisk, via prøveudtagning eller lign.

Skema fortsættes på næste side =>



Skema fortsat

Fabrik	Overholdelse af støvgrænse	Måleområde	Kalibrering	Dataopsamling
Benyt evt. anonym form (A, B, C osv.)	Angiv om overholdelsen af den fastsatte støvgrænse er baseret på en alarmgrænse, kontinuerlige målinger eller lign.	Er udstyret egnet til måling i området 5-20 mg/m ³ ? (Ja eller nej)	Kan udstyret kalibreres over for en parallelmåling ? (Ja eller nej)	Kan udgangssignalet logges ? (Ja eller nej)

Skema udfyldt af:

_____ Firma _____ Dato _____ Navn



Spørgsmål til CO- og O₂-målinger og posefiltre på stationære asfaltanlæg

1. Angiv det totale antal stationære asfaltanlæg: _____

-----o-----o-----

2. Hvor mange asfaltanlæg har monteret CO-måler: _____

-----o-----o-----

3. Hvor mange asfaltanlæg har monteret O₂-måler: _____

4. På hvor mange anlæg anvendes O₂-målere til regulering af forbrændingsprocessen: _____

-----o-----o-----

5. Hvor lang er levetiden (år) erfaringsmæssigt af et moderne posefilter: _____

-----o-----o-----

Skema udfyldt af:

_____ Firma _____ Dato _____ Navn

Kornstørrelsesfordeling for GAP gus fra NCC

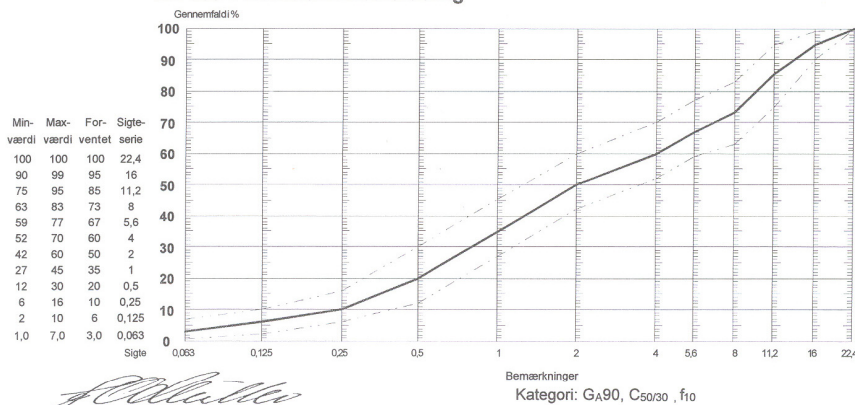


Bilag 2

VAREDEKLARATION - ASFALT

Leverandør NCC Råstoffer A/S Tranemosevej 2, Reerslev 2640 Hedehusene Produktionssted Nyrand Grusgrav Gammelrandgård 4470 Svebølle	Deklaration nr 1107-4042 - 1 - ASFALT	Gyldig fra 13-08-2004	Erstatter 28-10-2003
	Produktbetegnelse 0/16mm GAB grus	Produktbeskrivelse	
Egenskab/prøvningsmetode	Forventet værdi	Min værdi	Max værdi
DS/EN 933-5 Knust, >50% o.f.knust (%)		50	100
DS/EN 933-5 Totalt runde, >90% o.f.uknust(%)		0	30

EN 933-1 Kornstørrelsesfordeling



J. Müller

Johnna Okkels Müller, Laboratorieleder

Produktet opfylder krav i overensstemmelse med DS/EN 13043 og AAB for varmblandet asfalt, november 2003. CE-mærkning, se www.tilslag.dk

NCC Råstoffer A/S
Region Sjælland/Fyn
Tranemosevej 2, Reerslev
2640 Hedehusene

Telefon nr
46560021
Fax nummer
46565204

jom@ncc.dk

Nye og gamle måleresultater fra danske asfaltanlæg

En række måleresultater fra danske asfaltanlæg fra starten af 90'erne og det sidste år, er vist i nedenstående tabel.

Anlæg	Kapacitet	Volumenstrøm		Temp	H ₂ O	Støv, mg/m ³ (n,t)		< 10 µm	O ₂	CO	
Nr.	t/h	m ³ (drift)/h	m ³ /h(n,t)	°C	%	Ved aktuel O ₂ %	Ved 10 % O ₂	%	%	%	λ
1	100	77.000	53.500	87	8,7	147	522		17,9	0,01	7,3
2			42.000	124		19		72		0,09	4,8
3	120		38.500	112		28		61		0,025	5,5
4			33.000	121		127		70		0,04	2,45
5	200		29.000	156	33,6	5	4,5		9,8		
6	180		32.000		24				11,9	0,009	2,7
7			50.000	76	12,8	6	12,7	25	15,6		3,8
8	70		20.000	103	17,5	4,2	7,6	lav			3,6
9			64.000	92	15	4	10,4	5	16,6	0,017	5
10	100		40.000	92	11,1	18,5	57	15			6,1
11	140	60.000	38.700	90	14,3	52	129		16,5	0,02	4,8
12	105	39.000	21.400	111	21,3	63	99		13,9	0,06	3
13	80	41.000	28.100	83	10,5	130	383		17,2	0,06	5,6
14	100	57.000	38.900	83	11,8	149	410		17	0,01	5,3
15	130	48.000	29.000	98	17,8	2,7	5		15,1	0,022	3,6
16		70.000	40.000	119	17,5	5,5	11,5		15,7	0,071	4
17		60.000	42.000	74	12,2	7,2	19		16,9	0,0084	5,2
Middel:	120	50.088	37.653	101	16,3	48	96	41	15,3	0,034	4,5