

Miljøprojekt Nr. 879 2003

Baggrundsdokument for fastsættelse af grænseværdi for nedfald af støv og regulering af støvemissioner fra diffuse kilder

Karsten Fuglsang, Ole Schleicher og Arne Oxbøl
dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ

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

<u>INDHOLD</u>	3
<u>FORORD</u>	5
<u>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</u>	7
<u>SUMMARY AND CONCLUSIONS</u>	13
<u>1 PROBLEMSTILLING</u>	17
<u>1.1 GRÆNSEVÆRDI TIL BESKYTTELSE MOD STØVGNER</u>	17
<u>1.2 STØV I UDELUFT - DEFINITIONER</u>	17
<u>1.3 BAGGRUND</u>	18
<u>1.3.1 Generelt om støvemissioner</u>	18
<u>1.3.2 Sundhedsskadelige virkninger af støv</u>	18
<u>1.3.3 Gener som følge af støvfald</u>	19
<u>1.3.4 Tilsynsmyndighedernes rolle</u>	19
<u>1.4 KILDER TIL STØVFALD</u>	20
<u>1.4.1 Naturlige kilder</u>	21
<u>1.4.2 Menneskeskabte kilder</u>	21
<u>1.4.2.1 Punktkilder</u>	21
<u>1.4.2.2 Vejtransport</u>	22
<u>1.4.2.3 Diffuse kilder</u>	22
<u>1.5 OPHVIRVLING AF STØV FRA UDENDØRS OPLAG</u>	23
<u>1.5.1 Partikelstørrelse og -densitet</u>	24
<u>1.5.2 Fugtindhold</u>	24
<u>1.5.3 Genophvirvling</u>	25
<u>2 HISTORISKE DATA FOR STØVFALD</u>	27
<u>2.1 BAGGRUNDSOMRÅDER</u>	27
<u>2.1.1 Danmark</u>	27
<u>2.1.1.1 Byområder</u>	27
<u>2.1.1.2 Baggrundsområder</u>	27
<u>2.1.2 Udlandet</u>	28
<u>2.2 OMRÅDER NÆR STØVENDE AKTIVITETER</u>	29
<u>2.2.1 Flyveaskedepoter</u>	30
<u>2.2.2 Træforarbejdende industri og flyveaskedepot i Køge</u>	30
<u>2.2.3 Kulbunker</u>	35
<u>2.2.4 Grusgrave</u>	37
<u>2.2.5 Træforarbejdende industrier</u>	38
<u>3 REGULERING OG KONTROL AF DIFFUSE STØVEMISSIONER</u>	41
<u>3.1 DRIFTSVILKÅR</u>	41
<u>3.1.1 Hidtidig praksis for vilkår om diffust støv i miljøgodkendelser</u>	41
<u>3.1.2 Principper for opstilling af vilkår om diffust støv</u>	42
<u>3.1.3 Forebyggelse af støvemission</u>	43
<u>3.1.3.1 Befæstede arealer og veje</u>	43
<u>3.1.3.2 Ubefæstede arealer og veje</u>	44
<u>3.1.3.3 Kørsel</u>	44
<u>3.1.3.4 Oplag i bunker</u>	45
<u>3.1.3.5 Transportører</u>	46

<u>3.1.3.6</u>	<u>Håndtering af materiale</u>	46
<u>3.1.3.7</u>	<u>Vind og vindskærme</u>	47
<u>3.1.3.8</u>	<u>Faste anlæg og udstyr</u>	47
<u>3.1.3.9</u>	<u>Vanding og kemisk støvbinding</u>	48
<u>3.2</u>	<u>METODER TIL KONTROL: MÅLING AF STØVFALD OMKRING</u>	
	<u>DIFFUSE KILDER</u>	50
<u>3.2.1</u>	<u>Bulk samplere og vindretningsbestemte metoder</u>	50
<u>3.2.2</u>	<u>Usikkerhed på målemetoder</u>	51
<u>3.2.3</u>	<u>Placering af målesteder</u>	52
<u>4</u>	<u>FORSLAG TIL GRÆNSEVÆRDI</u>	55
<u>4.1</u>	<u>KRITERIER FOR FASTSÆTTELSE AF EN GRÆNSEVÆRDI FOR</u>	
	<u>STØVFALD</u>	55
<u>4.2</u>	<u>UDENLANDSKE GRÆNSEVÆRDIER.</u>	55
<u>4.3</u>	<u>FORSLAG TIL EN DANSK GRÆNSEVÆRDI</u>	59
<u>4.3.1</u>	<u>Grænseværdi som maksimalt tilladeligt bidrag fra den enkelte</u>	
	<u>virksomhed</u>	59
<u>4.3.2</u>	<u>Grænseværdi for nedfald af uopløseligt støv</u>	63
<u>4.4</u>	<u>CASES: BESTEMMELSE AF BIDRAGSVÆRDIER UD FRA TIDLIGERE</u>	
	<u>MÅLINGER</u>	63
<u>4.4.1</u>	<u>Kulbunker</u>	64
<u>4.4.2</u>	<u>Grusgrav</u>	64
<u>4.5</u>	<u>DISKUSSION</u>	65
<u>5</u>	<u>KONKLUSION</u>	69
<u>6</u>	<u>LISTE OVER FORKORTELSER OG SYMBOLER</u>	71
<u>7</u>	<u>REFERENCER</u>	73

Bilag A	Tyske grænseværdier for atmosfærisk nedfald af tungmetaller.
Bilag B	Beregnete bidrag af støvfald omkring støvende oplag ud fra tidligere danske undersøgelser
Bilag C	Eksempler på vilkårsfastsættelse vedrørende diffuse emissioner fra støvende oplag.
Bilag D	Kommentarer til denne rapport fra Dansk Industri samt Franzefoss AS og Dansk Grusindustri AS.

Forord

Miljøstyrelsen iværksatte i 2002 dette projekt med det overordnede formål at udarbejde et baggrundsdokument til fastsættelse af en grænseværdi for nedfald af støv. Grænseværdien skal beskrive, hvornår støv giver gener i omgivelserne – det vil sige, hvornår nedfald af synligt støv i omgivelserne kan betegnes som en gene.

Det understreges, at Miljøstyrelsen endnu ikke har vedtaget en vejledende grænseværdi for nedfald af støv. Miljøstyrelsen anbefaler, at en sådan grænseværdi først benyttes ved sagsbehandling i kommuner og amter, når en vejledende grænseværdi er fastsat. På baggrund af rapportens anbefalinger bør der først indhentes mere viden om konsekvensen for specifikke anlæg ud fra længerevarende målinger omkring for eksempel grusgrave ved hjælp af den anbefalede og forholdsvis nyudviklede kontrolmetode.

Projektet har endvidere haft til formål at beskrive hvilke driftsvilkår, der bedst muligt sikrer imod støvgener i omgivelserne omkring virksomheder, der har diffuse emissioner af støv.

Projektet er iværksat og finansieret af Miljøstyrelsens Industrikontor.

Rapporten beskriver den generelle problemstilling i forbindelse med nedfald af støv, de forskellige naturlige og menneskeskabte kilder til støvfald, og det forventelige omfang af støvfald i omgivelserne under danske forhold. Rapporten giver et forslag til en dansk grænseværdi for nedfald af støv ud fra historiske data fra målinger omkring danske virksomheder, og ud fra en gennemgang af udenlandske grænseværdier.

Rapporten beskriver endvidere den hidtidige praksis i Danmark for regulering af støv fra kilder til diffuse emissioner. Rapporten opstiller principper for, hvordan driftsvilkår kan opstilles, og de mest væsentlige tiltag til forebyggelse af støvemissioner fra diffuse kilder gennemgås.

Projektet er blevet gennemført af dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ v/Karsten Fuglsang, Ole Schleicher og Arne Oxbøl. Projektet har været tilknyttet en styregruppe bestående af

Erik Thomsen, Miljøstyrelsens Industrikontor (formand)
Poul Bo Larsen, Miljøstyrelsens kontor for Biocid- og Kemikalievurdering
Torkild Hoff Andersen, Dansk Industri
Finn Palmgren Jensen, Danmarks Miljøundersøgelser
Bjarne Ørstrup, Sønderjyllands Amt (repræsentant for Amtrådsforeningen)
Karen Tamstorf, Århus Amt (repræsentant for Amtrådsforeningen)
Arne Oxbøl, dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
Karsten Fuglsang, dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ

På styregruppens afsluttende møde i december 2002, hvor projektrapporten blev diskuteret, deltog Per-Ulrik Jensen fra fa. Franzefoss AS og Kent Grimm Thornberg fra fa. Nymølle Stenindustrier AS. Styregruppens ændringsforslag til projektrapporten er indarbejdet i denne rapport. Dansk Industri, Franzefoss

AS og Nymølle Stenindustrier AS sendte til dk-TEKNIK i januar 2003 en række generelle kommentarer til den reviderede rapport, og disse kommentarer er vedlagt i rapportens bilag D. Bilag D indeholder ligeledes dk-TEKNIK's bemærkninger til de fremførte kommentarer.

Sammenfatning og konklusioner

Miljøstyrelsens Industrikontor iværksatte i 2002 dette projekt med det overordnede formål at foreslå en grænseværdi for nedfald af støv omkring støvende oplag. Hensigten med grænseværdien er at beskrive den støvbelastning, hvorved der typisk vil forekomme gener som følge af nedfald af synligt støv i omgivelserne.

Rapportens anbefalinger vil indgå i en egentlig grænseværdifastsættelse. Det understreges, at Miljøstyrelsen endnu ikke har vedtaget en vejledende grænseværdi for nedfald af støv. Miljøstyrelsen anbefaler, at en sådan grænseværdi først benyttes ved sagsbehandling i kommuner og amter, når en vejledende grænseværdi er fastsat. På baggrund af rapportens anbefalinger bør der først indhentes mere viden om konsekvensen for specifikke anlæg ud fra længerevarende målinger omkring for eksempel grusgrave ved hjælp af den anbefalede og forholdsvis nyudviklede kontrolmetode.

Støvgener vurderes i langt de fleste tilfælde at kunne undgås ved, at tilsynsmyndigheder i samarbejde med virksomhederne opstiller effektive driftsvilkår, og ved at der aftales en effektiv driftskontrol. Der er imidlertid endnu ikke fastsat regler for regulering af diffuse emissioner i Danmark, og praksis i danske amter og kommuner for regulering af diffust støv er af samme grund meget forskellig. Rapporten anbefaler principper for opstilling af driftsvilkår og beskriver mulighederne for at forebygge støvemissioner fra udendørs oplag.

Den generelle problemstilling i forbindelse med nedfald af støv er beskrevet i rapporten. Afgørende faktorer for, om der opstår væsentlige støvemissioner fra udendørs oplag, er partiklernes størrelse, densitet og fugtindhold. Samtidig spiller de meteorologiske forhold en stor rolle, herunder især vindhastighed og nedbørsmængder. De hyppigste klager over nedfald af synligt støv vil opstå tæt på kilden, og næsten altid inden for en afstand af 500 meter fra kilden.

Kriterier for en grænseværdi

Det vurderes, at de fleste klager som følge af synligt støvnedfald opstår omkring udendørs oplag af støvende materiale. Vurdering af grænseværdi for støvnedfald baseres i dette projekt alene på baggrund af støvets synlighed og ikke på andre effekter som fx sundhedsmæssige eller økotoxikologiske aspekter. I tilfælde, hvor der er tale om nedfald af særligt sundhedsskadeligt støv – som for eksempel tungmetaltholdigt støv – anbefales det at der anvendes stoffsærlige grænseværdier. Danske værdier for nedfald af sundhedsskadeligt støv eksisterer ikke, men i Tyskland har man fastsat grænseværdier for depositionen af metallerne arsen, bly, cadmium, nikkel, kviksølv og thallium, se rapportens bilag A.

Da grænseværdien skal bruges i forbindelse med kontrolvilkår for støvende anlæg, har det endvidere været Miljøstyrelsens ønske, at en grænseværdi for nedfald af støv så vidt muligt fastlægges som et maksimalt bidrag fra den enkelte virksomhed, i lighed med princippet for B-værdier i øvrigt.

Støvfald klassificeres ofte i vandopløseligt og vanduopløseligt støv. Udendørs oplag af støvende materiale vil i praksis altid bestå af partikler, der er uopløse-

lige i vand. Det anbefales, at en dansk grænseværdi for nedfald af støv baseres på uopløseligt støvfald. Ved anvendelse i forbindelse med driftsvilkår vil en grænseværdi, der gælder for uopløseligt støv, i praksis dække langt de fleste situationer, hvor der kan opstå støvgener på grund af afsætning af synligt støv.

Det kan dog ikke udelukkes, at der kan forekomme støvgener som følge af emissioner af vandopløseligt støv fra særlige anlæg. Vandopløseligt støv kan forekomme fra for eksempel punktkilder, hvor der er driftsforstyrrelser på rensningsanlæg, ved diffuse udslip via porte eller vinduer fra indendørs anlæg, hvor der håndteres vandopløseligt støv, eller i forbindelse med udendørs sprinkleranlæg, hvor der benyttes havvand. Sådanne diffuse emissioner vurderes i praksis bedst at kunne reguleres ud fra driftsbetingelser og drifts-kontrol. Såfremt der måtte være behov for en grænseværdi for summen af uopløseligt og opløseligt støv, bør denne fastsættes ud fra en nærmere vurdering i det pågældende tilfælde.

Grænseværdien foreslås på grundlag af en vurdering af indsamlede erfaringer med støvfaldet i baggrundsområder, på baggrund af danske erfaringer med forekomsten af gener omkring støvende oplag, og ud fra en gennemgang af udenlandske grænseværdier på området.

Erfaringer fra baggrundsområder og belastede områder

Generelt vurderes det ud fra tidligere målinger, at støvfaldet i danske baggrundsområder – det vil sige uden for centrale byområder – for uopløseligt støv er ca. $0,02 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ eller derunder. Der er her tale om gennemsnitsmålinger over en måned.

En række cases, hvor støvfaldet omkring støvende oplag har været målt, er blevet gennemgået. På baggrund af de fundne ganske store naturlige variationer i støvfaldet er der forsøgt foretaget en korrektion for baggrundsområdets bidrag. Summen af baggrundsbidraget og bidraget fra kilden varierer for uopløseligt støvfald generelt mellem $0,06 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ - $0,1 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$, målt som månedsmiddelværdi med bulk samplere. Disse tal gælder for beboede områder nær støvende oplag.

Det har været muligt at beregne bidraget fra støvende oplag i enkeltstående tilfælde, hvor der er målt med en nyudviklet vindretningsbestemt metode. Der er her taget udgangspunkt i det uopløselige støv. Omkring kulbunker er der bestemt et bidrag på op til $0,06 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ på en position, der ligger 300 m fra bunkerne. Dette bidrag er bestemt ved måling over 7 måneder og ved kun at måle nedfaldet af støv, når vinden kom fra kulbunkerne. Det målte støvfald er her korrigeret for baggrundsbidraget i området. I denne periode var der ingen indberettede klager fra beboere i området nær kulbunkerne. På tilsvarende måde er bidraget fra en grusgrav bestemt til $0,15 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ - $0,16 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ ved måling over 3 måneder med vindretningsbestemt støvfaldsmålere. I dette område var der klager over støvgener fra beboerne i området omkring grusgraven.

Udenlandske grænseværdier

Der findes udenlandske grænseværdier for støvfald i en lang række lande. I de fleste lande baseres grænseværdien på nedfald af vandopløseligt støv. Grænseværdierne i disse lande varierer som årsmiddelværdier mellem $0,10 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ og op til $0,33 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$. I Tyskland, Østrig og Schweiz gælder grænseværdierne for summen af uopløseligt og opløseligt støvfald.

Med få undtagelser er grænseværdierne gældende for det samlede nedfald af støv, det vil sige, der korrigeres ikke for baggrundsbidraget. Der er dog i 2001 anbefalet "trigger levels" i New Zealand, som gælder som maximale bidrag fra kilden. Man har her anbefalet en grænseværdi på $0,133 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ for uopløseligt støv, gældende som en maximal forøgelse af baggrunds niveauet over en måned. Tilsvarende er der i New South Wales i Australien i 2001 foreslået maximale bidragsværdier for oplag af organisk støv som f.eks. ubehandlet træaffald.

Forslag til grænseværdi

Det konkluderes, at den newzealandske grænseværdi for uopløseligt støvfald på $0,133 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ kan anvendes under danske forhold. Denne værdi er en maksimal bidragsværdi, det vil sige der kan accepteres et bidrag fra den enkelte virksomhed på $0,133 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ ud over det naturlige baggrunds niveau, der måtte være i det givne område. De newzealandske grænseværdier svarer godt til det, der ud fra litteraturen og ud fra danske erfaringer må forventes at være en repræsentativ "genetærskel" for, hvornår der opleves gener på grund af ophobning af synligt støv på overflader.

Det anbefales, at kontrolperiode og midlingstid fastlægges efter, at der er indhentet mere viden om konsekvensen for specifikke anlæg ud fra længerevarende målinger med den vindretningsbestemte metode. Grænseværdien foreslås dog som udgangspunkt at gælde som månedsværdi, og det foreslås, at grænseværdien kontrolleres ved en vindretningsbestemt måling. Som kontrolperiode foreslås mindst 3 måneder, og der foreslås foretaget målinger over en måned ad gangen. Da den vindretningsbestemte måler kun opsamler støv, når vinden i nedslagspunktet er fra kilden, vil den aktuelle midlingstid kunne variere fra måned til måned, og den vil også være afhængig af vindsektorens indstilling og størrelse. I de foreliggende undersøgelser er der som midlingstid anvendt det aktuelle antal dage, som vinden er i retning fra kilden over en måned. For at opnå et tilstrækkeligt datagrundlag kan der i situationer, hvor vinden kun kommer fra kilden i få dage i en given måned, være behov for at øge midlingstiden, sådan at der for eksempel midles over det samlede antal dage, vinden har været fra kilden i hele kontrolperioden.

Det skal i denne forbindelse understreges, at kontrollen af bidraget fra virksomheden til luftforureningen i omgivelserne (B-værdien) her udføres *i omgivelserne*, fordi det ikke er praktisk muligt at udføre en præstationsmåling på den emitterende kilde. Grænseværdier kontrolleres i henhold til Luftvejledningen under maksimal emission, og emissionsvilkår omfatter kun de perioder, hvor virksomheden er i drift. Det vurderes ud fra Luftvejledningens principper rimeligt, at støvfaldet kun kontrolleres under vindretninger fra kilden.

Da det målte, gennemsnitlige nedfald af støv pr. døgn vil være et reelt udtryk for det samlede nedfald under vindretninger fra kilden i den pågældende måned, vurderes en varierende midlingstid ikke at være noget problem i forbindelse med en kontrol af bidraget fra kilden.

For anlæg med diffuse støvemissioner såsom udendørs, støvende oplag foreslås det, at tilsynsmyndigheder supplerer de stillede driftsvilkår med en grænseværdi for maksimalt tilladeligt nedfald af støv. Kontrol af en kommende grænseværdi kan herefter effektueres, såfremt der opstår klager fra

omkringboende, og hvis det samtidigt skønnes, at klagerne ikke kan undgås ud fra vilkår for driften.

Tilsynsmyndighederne bør træffe afgørelse om anlægsspecifikke grænser for støvfald, hvor det skønnes nødvendigt. Dette kan for eksempel være tilfældet i forbindelse med særlige støvtyper, der medfører gener ved et lavere niveau, herunder særligt synligt støv.

Det understreges, at det ikke er hensigten, at grænseværdien generelt skal kontrolleres, for eksempel i form af en rutinemæssig præstationsmåling. Grænseværdien er et værktøj, som tilsynsmyndigheder og virksomheder kan benytte, når myndigheder skal håndtere klager over støv fra omkringboende, og hvor der derfor er behov for at kontrollere, om driftsvilkår sikrer tilstrækkeligt mod støvgener i omgivelserne.

Anbefaling af målemetode til kontrol af grænseværdien

Metoder til kontrol af en sådan grænseværdi gennemgås i rapporten. Der findes en række standarder for bulk sampling, det vil sige opsamlingsmetoder, der opsamler støvfald i hele måleperioden og derfor måler depositionen af partikler uanset vindretninger, og uanset om der er tale om våd- eller tørdeposition. Disse metoder vurderes at være egnede til bestemmelse af det samlede støvfald i et område, men når bidraget fra en bestemt kilde skal bestemmes, anbefales det at benytte en vindretningsbestemt metode. Vindretningsbestemte metoder omfatter metoder, der opsamler støv fra givne vindretninger og dermed kan bestemme den samlede mængde støv, der deponeres under vinde fra en given kilde.

dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ har i en række opgaver anvendt en nyudviklet vindretningsbestemt støvfaldsopsamler, der konkluderes at være anvendelig til at bestemme det samlede støvfald fra en bestemt retning. Efterfølgende er bidraget fra kilden bestemt ved korrektion for det aktuelle baggrundsbidrag. Baggrundsbidraget måles for eksempel ved hjælp af en bulk sampler i et ikke-belastet referenceområde i nærheden, dog mindst 1000 meter fra kilden. Rapporten indeholder eksempler på anvendelse af vindretningsbestemt støvfaldsmåling til beregning af støvfaldsbidrag fra en kulbunke og fra en grusgrav.

Regulering af støvemissioner ved hjælp af driftsvilkår

Rapporten beskriver den hidtidige praksis i Danmark for regulering af støv fra kilder til diffuse emissioner.

Det anbefales, at driftsvilkår, der har til formål at minimere udslip af diffuse støvemissioner, generelt opstilles efter følgende principper:

- Krav til udstyr og maskiner om fysiske forbedringer, f.eks. indkapsling, vindskærme, vanding via dyser, udsugning med rensning af luften i cykloner eller posefiltre m.v.
- Krav til udførelse af arbejdet, f.eks. vanding og evt. anvendelse af støvbindere, rengøring og vedligeholdelse af udstyr, hastighedsbegrænsning m.v.
- Krav om instruktion af medarbejderne.
- Kontrolvilkår.

Rapporten indeholder en gennemgang af muligheder for at reducere diffuse støvemissioner ved hjælp af driftsvilkår, herunder ved transport og kørsel på

befæstede/ubefæstede arealer, design og håndtering af bunker, anvendelse af transportører og håndtering af materialer, brug af vindskærme, minimering af støvemissioner fra faste anlæg og udstyr, samt vanding og kemisk støvbinding til reduktion af diffuse støvemissioner.

Summary and conclusions

The Danish Environmental Protection Agency initiated this project in 2002 with the objective of proposing a national guideline for the deposition of dust around fugitive sources such as stockpiles of particulate matter. This report recommends a guideline based on what is expected to be a representative “trigger level” at which nuisance from visible dust deposition can be expected among the neighbouring communities.

In most cases, dust nuisances can be avoided through properly defined terms of operation. There are at present no general guidelines in Denmark for the management of fugitive sources of dust such as stockpiles. The report describes general terms of operation that can be used in connection with dust management at industrial activities involving stockpiles of particulate matter.

The need for a guideline for dust deposition occurs where problems of dust nuisance persist in spite of the specified operating terms.

The general background of dust deposition and emissions from fugitive sources is described. Determining factors for the emission of dust from e.g. stockpiles are the particle size, the density of the particles, and the moisture of the stockpile. Furthermore, the emission is highly dependent on meteorological parameters such as wind speed and precipitation.

Criteria for a dust deposition guideline

In Denmark, most complaints about nuisance from dust occur due to stockpiles containing particulate matter. The guideline for dust deposition proposed in this project is based on the highest acceptable dust deposition rate, defined as the “trigger level”, where nuisances occur due to the deposition of visible dust on surfaces. Other possible effects of dust deposition - such as effects on health or ecosystems - are not included as criteria in this project. The Danish EPA has not issued guidelines for the deposition of toxic compounds. German guidelines for the deposition of metal compounds are found in annex A.

The proposed guideline is to be used in connection with the regulation and control of dust from fugitive sources. The Danish EPA has issued guidelines for air emissions based on the regulation of the maximum contribution from industrial plants (C-values) /7/. In line with the criteria for C-values, a high priority has been given to criteria for dust deposition based on the maximum acceptable contribution from a given source/industrial plant.

Dust deposition is often classified in two fractions: Dissolved and insoluble matter. Outdoor stockpiles will almost always consist of particles that are insoluble in water. It is recommended that a Danish guideline for dust deposition be based on insoluble dust. A guideline for insoluble dust deposition will cover most situations, where nuisances due to deposition of visible dust on surfaces occur.

It cannot be excluded that nuisances may occur due to deposition of water-soluble particles at certain industrial plants. Water-soluble particles may occur

in emissions from point sources, e.g. where bag filters break, or in fugitive emissions from open doors or windows at plants using indoor installations, or where sea water is used for sprinkling. Dust deposition from these sources can normally be reduced sufficiently by remedial actions, and by definition of appropriate terms of operation. If needed, a guideline for the sum of insoluble and soluble dust should be developed, based on the trigger level acceptable for the site in question.

The guideline is proposed on the basis of experience gained with dust deposition in Danish background areas, on the basis of cases where elevated dust deposition has been reported around fugitive sources such as open stockpiles, and on the basis of a review of existing national guidelines for dust deposition.

Experience from background areas and areas around fugitive sources

From measurement campaigns, it is estimated that the normal dust deposition rate in Danish background areas – i.e. outside urban areas and areas with heavy traffic – is 0.02 g/m²/day or less, measured as insoluble dust and as a monthly average.

A series of cases, where dust deposition were measured around open stockpiles, were assessed. Due to the quite high variation in the natural background, attempts were made to correct the total dust deposition for the background found in the area in question. The total dust deposition in the vicinity of the sources was generally between 0.06 g/m²/day – 0,1 g/m²/day, measured by means of bulk samplers. These figures are found in inhabited areas 300 metres or less from the source.

It was possible to calculate the contribution from the stockpiles in a few recent cases where a newly developed wind directional dust deposition sampler was used. The following results are given for insoluble dust. Around coal piles, a contribution of maximum 0.06 g/m²/day was found on a location placed 300 metres from the piles. This contribution was found from monthly measurements over seven months, and by only measuring the dust deposition, when the wind came from the coal piles. The dust deposition measured was corrected for the background level in the area, measured in parallel. During the measurement period, no complaints were received from the neighbouring community near the coal piles. In the same way, the contribution from a gravel pit was calculated to be 0.15 g/m²/day – 0.16 g/m²/day by measurement over a period of three months with a wind directional dust deposition sampler. In this case, complaints were reported from the neighbouring community.

Review of national guidelines for dust deposition

There are national guidelines for dust deposition in a number of countries. In most of these countries, the guideline is based on insoluble dust. The guideline in these countries varies from 0.10 g/m²/day to 0.33 g/m²/day as yearly averages. A few countries such as Germany, Austria and Switzerland, have defined guidelines for the sum of insoluble and soluble dust.

With a few exceptions, the guidelines are defined as the total amount of dust deposited, i.e. correction for the background level is not required. However, New Zealand has in 2001 issued recommended “trigger levels”, based on the maximum amount of dust deposited above the background deposition /15/. The recommended guideline in New Zealand is 0.133 g/m²/day as a maximum increase above the background deposition. Corresponding to this, the Environmental Authorities in New South Wales in Australia has suggested

a maximum contribution to the background dust deposition around stockpiles of organic matter such as dust from untreated wood /46/.

Proposed guideline

It is concluded that the guideline of 0.133 g/m²/day for insoluble dust as recently recommended in New Zealand can be used under Danish conditions. This guideline describes the highest acceptable contribution to the background level from a given industrial source of dust. The guideline in New Zealand corresponds well to what is expected to be a representative trigger level for the perception of nuisance from dust deposition, i.e. the accumulation of visible dust on surfaces.

The Danish guideline is proposed on the basis of the monthly deposition above the background level of deposition, and it is suggested that the guideline is controlled by means of wind directional sampling. It is recommended that the control period and the averaging time of the method for control is defined when more knowledge has been obtained on the consequence of using the wind directional sampler. It is recommended that this knowledge is obtained by more long-term measurement campaigns at specific industrial plants. By wind directional sampling, dust deposition is only collected when the wind is coming from the source, and therefore the actual averaging time can vary from month to month.

It is emphasized that in this study the control of the C-value, i.e. the maximum contribution of air pollution from industrial sources to the ground level concentration, is performed *in ambient air*. According to the Danish EPA's Guidelines for air emission regulation /7/, C-values are normally enforced by monitoring the emission from the source, and by subsequently using dispersion modelling to calculate the concentration at ground level. In the case of dust deposition from fugitive emission sources, it is difficult and mostly impossible to perform sufficiently accurate emission measurements. That the dust deposition is only measured during winds from the source is found to be in line with the principles of the Danish EPA's guidelines for air emission regulation.

As the measured, averaged dust deposition per day will express the total deposition during winds from the source in the month in which the measurement was performed, the varying averaging times are not considered to constitute a problem in relation to monitoring of the contribution from the source.

For installations and facilities with fugitive emissions such as stockpiles, it is recommended that the environmental authorities define a limit value for dust deposition along with the defined terms of operation. A future limit value can be enforced, in case persistent complaints of dust nuisances are made in the neighbouring community.

Environmental authorities should introduce site-specific guidelines, if necessary. Site-specific guidelines might be developed for types of dust that cause nuisances at a lower trigger level, i.e. dust consisting of highly visible particles.

It is emphasized that the guidelines should not generally be monitored around fugitive sources of dust. The guideline is recommended as a tool for environmental authorities and industries in cases where complaints of dust

nuisance are made, and where there is a need to assess whether more efficient dust management plans should be implemented.

Recommendation of monitoring method

In relation to the control of a guideline for dust deposition, principles of available monitoring methods are described in the report. Several bulk sampling methods are available. Bulk sampling methods sample dust deposition in the entire measurement period and during all wind directions. Bulk sampling is suitable for assessment of the general dust deposition in an area, but to determine the contribution from a specific source, wind directional sampling is recommended. Wind directional sampling methods include methods that sample dust during specific wind directions, and, thus, may measure the amount of dust that deposit during winds from a given source.

dk-TEKNIK ENERGY & ENVIRONMENT has in a series of projects used a newly developed wind directional sampler /27/, and this sampler is concluded to be suitable for the measurement of the total dust deposition from a given source. By means of a parallel measurement of the background level of dust deposition, the contribution from the source can be determined by correcting for the dust deposition caused by the background sources in that area. The background level can be measured by means of a bulk sampler in an area that is not affected by the source, i.e. normally at least 1000 metres from the source. The report describes examples where the wind directional sampler has been used to determine the contribution of dust deposition from stockpiles such as coal piles and gravel pits.

Regulation of fugitive dust emissions

The report describes the practice used in Denmark for regulation of fugitive dust emissions.

It is recommended that the terms of operation specified in environmental approvals generally follow the following principles:

- Requirements for equipment and machinery with a view to physical improvements, e.g. enclosure, wind shields, sprinkling, ventilation including cleaning of the exhaust air in cyclones and bag filters etc.
- Requirements for the performance of work, e.g. continuous watering of stockpiles and driving areas, cleaning and maintenance of equipment
- Requirements for instruction of employees
- Requirements for inspection and monitoring

The report gives a review of options for reducing fugitive emissions of dust by means of terms of operation, including transportation, driving on paved and unpaved areas, design and handling of stockpiles, use of conveyors and handling of materials, use of wind screens, minimization of dust emissions from stationary equipment and machinery, watering and use of suppressants to prevent dust from becoming airborne.

1 Problemstilling

Støvgener omkring udendørs oplag kan i de fleste tilfælde undgås ved regulering med driftsvilkår. Der kan imidlertid ofte være behov for at kontrollere, at driftsvilkår sikrer tilstrækkeligt mod støvgener i omgivelserne. Tilsynsmyndigheder har i den forbindelse behov for en grænseværdi og en metode til at kontrollere, om grænseværdien er overholdt.

1.1 Grænseværdi til beskyttelse mod støvgener

Formålet med dette projekt er at udarbejde et forslag til en grænse for nedfaldet af partikler omkring industrielle aktiviteter. Projektet omhandler fastsættelsen af en grænseværdi til beskyttelse mod gener i omgivelserne. Hermed menes gener, der er en følge af nedfaldet af synligt støv i omgivelserne. For en nærmere beskrivelse af kriterierne for den foreslåede grænseværdi henvises til afsnit 4.1.

1.2 Støv i udeluft - definitioner

I forbindelse med forekomsten af støv i udeluft skelnes der mellem *støvfald* og *svævestøv*.

Støvfald defineres som den del af de luftbårne partikler i udeluften, der sedimenterer på overflader. "Røgdvalget", nedsat af ATV i 1962, definerede støvfald som "Partikler der fra atmosfæren falder på jordoverfladen, eller som tilføres denne med nedbør – ofte betegnet sedimentstøv" /1/. Vægtmæssigt domineres støvfaldspartikler normalt helt af partikler større end 20 μm – 30 μm . Støvfald forekommer i meget varierende mængde, også uden forekomst af menneskeskabte kilder. Støvfald måles som den gennemsnitlige masse, der tilføres en given arealenhed pr. tidsenhed. Støvfald måles ofte i enheden $\text{g}/\text{m}^2/\text{døgn}$.

Støvfald måles normalt i en vandopløselig og en vandopløselig fraktion. Ved nedfald af uopløseligt støv forstås den del af støvfaldet, som ikke kan opløses i vand, og ved opløseligt støv forstås den vandopløselige del af støvet. Ved måling af det totale støvfald skelnes der ikke – som der er tradition for i forbindelse med måling af depositionen af specifikke kemiske forbindelser fra atmosfæren – mellem våddeposition (deposition ved udvaskning med nedbør) og tørdeposition (deposition ved afsætning på overflader i situationer uden nedbør).

Svævestøv er den del af de luftbårne støvpartikler, der holder sig svævende i luften i længere tid, og som dermed med vinden kan transporteres langt væk fra kilden. Af praktiske hensyn defineres svævestøv ofte som den del af det luftbårne støv, der kan opsamles med et standardiseret udstyr til måling af total svævestøv (TSP, total suspended particulates). Da partiklernes vægtfylde har en væsentlig indflydelse på deres sedimentationshastighed, er det ikke muligt at give en entydig størrelsesangivelse for svævestøv. Den aerodynamiske diameter af svævestøvspartikler i udeluft kan være 100 μm

eller mere på positioner tæt ved væsentlige støvkilder. Da de største partikler har en høj faldhastighed, og derfor ganske hurtigt vil sedimentere, vil svævestøv i udeluften under normale vindforhold dog typisk bestå af partikler, der er mindre end 20 μm – 30 μm . Svævestøv i udeluft måles typisk i enheden $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

1.3 Baggrund

1.3.1 Generelt om støvemissioner

I almindelighed foregår industriel produktion i Danmark indendørs, og produktionsudstyret er ofte lukket. Luftbårne partikler dannet ved produktionsprocesser fjernes normalt ved punktudsugning eller rumventilation og emitteres - eventuelt efter en forudgående luftrensning - til det fri gennem et afkast eller en skorsten. Emissionen fra sådanne punktkilder er i almindelighed uafhængig af de meteorologiske forhold. Emissionen fra punktkilder kan ofte forholdsvis enkelt bestemmes ved måling, og kildens bidrag til immissionskoncentrationen kan efterfølgende beregnes ved hjælp af spredningsmeteorologiske modeller. Miljøstyrelsens Luftvejledning nr. 2/2001 anviser, hvorledes emissioner af støv fra punktkilder skal reguleres.

Nedfald af støv opstår ofte som følge af emissioner fra diffuse kilder. Diffuse kilder til støv er typisk åbne, udendørs oplag af partikulært materiale, men kan også være åbne døre, porte og vinduer på virksomheder, der håndterer støvende materiale i produktionen. Diffuse støvemissioner fra mindre flader såsom døre og vinduer er ofte synlige i emissionsøjeblikket. Størstedelen af de emitterede støvpartikler sedimenterer på overflader inden for en radius af 500 meter fra kilden. Aflejrede støvpartikler kan genophvirvles, hvorved områder, hvor støvfald forekommer, kan udgøre en sekundær diffus kilde til støv. Emissioner af støv fra diffuse kilder er ikke reguleret af Miljøstyrelsens vejledning nr. 2/2001.

Ofte løses problemer som følge af støvgener ved regulering af driften. Klagesager søges løst ved dialog mellem virksomheden, tilsynsmyndigheden og de berørte beboere. Hvor vedvarende klager forekommer, og hvor problemerne ikke løses ved regulering af driften, bruges ofte kontrolmålinger af støvfald med det formål at kontrollere størrelsen af det faktiske nedfald af støv. Der er i den forbindelse behov for at kunne sammenholde måleresultaterne med en egentlig grænseværdi for det samlede støvfald. En gennemgang af tilsynsmyndighedernes praksis for regulering af diffuse støvemissioner fremgår af afsnit 3.1.

1.3.2 Sundhedsskadelige virkninger af støv

De sundhedsskadelige virkninger af svævestøv i udeluften har været genstand for omfattende undersøgelser i det seneste ti år og er til stadig debat. Der er fundet overbevisende dokumentation for, at en forøget forekomst af svævestøv i udeluften medfører en øget overdødelighed i byområder. Effekten af trafikens bidrag til svævestøv i Danmark er estimeret /2/. Nyere undersøgelser har vist, at partikler mindre end 2,5 μm er hovedansvarlige for de sundhedsskadelige effekter. EU har indført grænseværdier for PM_{10} på 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmiddelværdi i udeluften /3/.

Imidlertid domineres støvfald som nævnt af store partikler. Den helt overvejende vægtmæssige andel af støvfald vil have en aerodynamisk diameter

større end 20 µm – 30 µm. En human eksponering for de partikler, der som støvfald afsættes på overflader, kan forekomme som følge af genophvirvling. Støv kan genophvirvles i udeluften under ændrede vindforhold eller ved kørsel hen over støvbelagte områder. Genophvirvling kan også ske i indeluften efter transport til boliger via fodtøj eller lignende. Partikler > 20 µm vil ikke transporteres til lungerne ved indånding, men derimod overvejende afsættes i de øvre luftveje, hvorfor det typisk vil være de øvre luftveje der påvirkes af denne størrelse partikler. Partiklerne vil endvidere kunne fjernes fra svælget ved synkning, og opløselige fraktioner vil efterfølgende kunne optages i mave-tarmkanalen.

Hensyntagen til de sundhedsskadelige aspekter ved støvdeposition indgår imidlertid ikke i dette projekt, hvor fokus er placeret på geneffekter som følge af synlig deposition.

1.3.3 Gener som følge af støvfald

Når nedfaldet af partikler i udemiljøet forekommer med en sedimentationshastighed, der er over et vist niveau, vil der i beboede områder kunne opstå klager over støvgener. Støvgenerne skyldes en oplevelse af, at synligt støv hurtigt ophobes på overflader. Med gener menes derfor i det følgende gener som følge af synligt støv på overflader.

Perception er en væsentlig faktor i forbindelse med oplevelsen af gener på grund af støvfald. I hvilket omfang der opleves gener, afhænger af den enkeltes tolerancetærskel. Vrrins /4/ vurderer, at de fleste typisk vil kunne se eller registrere støv på overflader, når støvpartikler ligger i et lag på 0,1 g/m². Om et lag af støv svarende til denne "perceptionsgrænse" giver anledning til gener, afhænger af den hastighed, hvormed partiklerne akkumuleres på overfladen. Alle mennesker vil anse det for naturligt, at genstande i udemiljøet bliver støvede efter et vist tidsrum. Havemøbler m.m. skal vaskes af med jævne mellemrum, men hvis rengøringen skal foretages dagligt eller flere gange om dagen, vil de fleste opleve støvfaldet som generende. Kortvarige episoder, hvor en kraftig afsætning af synlige partikler forekommer, vil ofte blive husket længe af naboer til støvende oplag. Mange vil typisk føle, at selv få årlige episoder af støv på vasketøj, havemøbler, bil o.s.v. berettiger til at karakterisere kilden som et varigt problem. Støvet's udseende og egenskaber i øvrigt er ligeledes af afgørende betydning for oplevelsen af gener. Geneoplevelsen vil endvidere typisk være relateret til det "naturlige" baggrundsniveau i det aktuelle område. Noget højere støvfaldsniveauer kan således accepteres af de fleste i kystnære områder, hvor sandflugt og saltholdige partikler lejlighedsvis kan bidrage med et ganske kraftigt støvfald, eller i centrale bydele med høj trafikintensitet, hvor genophvirvling af vejstøv vil være en væsentlig kilde til støvfald.

At tolerancetærsklen i dag formodentlig er lavere for nedfald af støv end den var for 30-40 år siden, kan dels skyldes en stigende miljøbevidsthed i befolkningen, og dels et generelt faldende baggrundsniveau for nedfaldet af partikler. For en beskrivelse af udviklingen i baggrundsniveauer henvises til afsnit 2.1.

1.3.4 Tilsynsmyndighedernes rolle

Der opstår ofte støvgener i nærmiljøet omkring industrier, der håndterer og oplagrer støvende materiale. Eksempler herpå er oplag af kul, flyveaske, grus, træspåner og korn. Hvis der omkring virksomhederne opstår gentagne episoder med støvfald over et vist niveau, vil tilsynsmyndighederne typisk

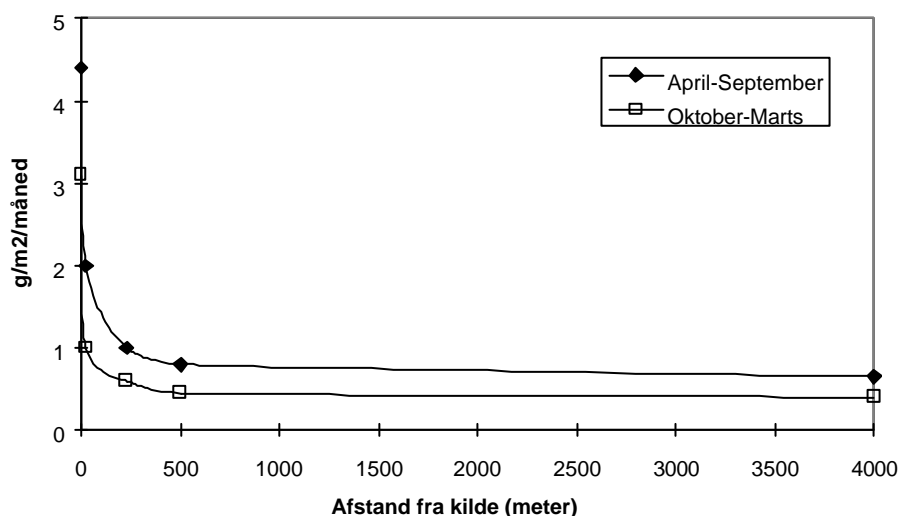
modtage klager over støvbelægninger på tage, biler, havemøbler og lignende. Disse klager behandles af miljøafdelinger i amter eller kommuner.

Ofte er der i virksomhedernes miljøgodkendelse indført et vilkår om, at virksomheden ikke må give anledning til støvgener i omgivelserne. Støvgener undgås i videst mulige omfang ved driftsforanstaltninger, jf. afsnit 3.1. Skulle støvgener alligevel opstå, vil tilsynsmyndighederne typisk ønske at udføre en objektiv kontrol af problemets omfang. Som tidligere nævnt findes der metoder til måling af støvfaldet, men ingen danske grænseværdier for støvfald, og danske kommuner og amter benytter derfor ofte de tyske retningslinier. De tyske krav, der blev fastsat i 70'erne, er sammenholdt med eksempler på andre udenlandske grænseværdier i afsnit 4.2. Erfaringen viser, at man under danske forhold kun i yderst sjældne tilfælde vil observere overskridelser af de tyske grænseværdier. Dette gælder også i sager, hvor tilsynsmyndigheden modtager vedholdende klager fra naboer til støvende anlæg.

1.4 Kilder til støvfald

Luftbårne partikler vil sedimentere som følge af deres tyngde eller inertie. Små og lette partikler kan langtransporteres – blandt andet kan pollen fra nord-europæiske områder undertiden observeres i ganske betydelige mængder i svævestøv i Danmark. Jo større og tungere partikler, jo hurtigere sedimentation. Partikler større end 30-50 μm vil - afhængig af deres densitet og de aktuelle vindforhold – oftest aflejres inden for ganske kort afstand af kilden. Støvgener omkring lokale kilder opleves næsten aldrig uden for en radius af 1 km fra kilden. Figur 1 illustrerer afstandens indflydelse på sedimentationen. Som det fremgår, aftager støvfaldet eksponentielt som funktion af afstanden fra kilden. Årstidsvariationen skyldes de meteorologiske betingelser, der blandt andet medfører et varierende fugtindhold i overfladelag. Figur 1 viser et tilfælde, hvor lavere nedbør har medført højere støvemissioner i sommerperioden.

Figur 1. Afstandens indflydelse på afsætningen af støv fra diffuse kilder, illustreret ud fra et undersøgelsesresultat fra en kulplads beliggende ved kysten, gengivet efter /5/.



1.4.1 Naturlige kilder

De mest dominerende naturlige kilder til nedfald af støv i Danmark vurderes at være:

- Salte og partikler fra havskum (i kystnære områder)
- Jord- og sandpartikler
- Plante- og insektdele
- Pollen (sæsonbestemt)

Langtransporteret svævestøv fra kontinentet vil typisk bestå af partikler med en diameter, der er mindre end 1 μm . Selv om disse partikler i et vist omfang afsættes på overflader efter agglomeration med andre partikler og dermed falder ned som en bestanddel af større partikler, udgør de under normale omstændigheder næppe en betydende andel af den totale mængde støvfald. Partikler fra havområder, primært fra ophvirvlet havskum - herunder opløselige salte - vil afhængig af de aktuelle meteorologiske forhold transporteres ind over kystnære landområder og afsættes som støvfald. Jo nærmere kysten, jo mere betydende vil bidraget fra havområdet være.

Ophvirvlingen af partikler til udeluften og størrelsen af støvfaldet er afhængig af en lang række faktorer, hvoraf de væsentligste er:

- Områdets geologi, det vil sige jordpartiklernes størrelse, form og vægtfylde
- Fugtindhold i de øverste jordlag
- Nærhed til hav eller vådområder
- Vegetation
- Meteorologiske forhold, herunder især nedbør, vindhastighed og vindretning

Særlige forhold gør sig gældende i andre geografiske områder, hvor der kan forekomme momentane, kraftige støvudviklinger fra for eksempel vulkanudbrud, skovbrande, sandpartikler fra ørkenområder m.m., men dette vil næppe være relevant i større omfang for nedfaldet af partikler i Danmark. DMI oplyser dog, at forekomst af sandpartikler i nedbør under sydlige vinde i særlige perioder kan skyldes Sciroccoen, som er en vind med sandfyldt luft fra Sahara, som via højtliggende luftlag kan transporteres over flere tusinde kilometer /6/.

1.4.2 Menneskeskabte kilder

1.4.2.1 Punktkilder

I almindelighed foregår industriel produktion i Danmark indendørs, og produktionsudstyret er ofte lukket. Eventuelle støvemissioner fjernes ved punkt- og rumventilation og emitteres til det fri gennem et afkast eller en skorsten, ofte efter en forudgående rensning via for eksempel en cyklon eller et posefilter. Sådanne rensningsanordninger vil være meget effektive over for partikler $> 10 \mu\text{m}$, og derfor vil punktkilder typisk kun være årsag til et generende nedfald af støv i de nære omgivelser i tilfælde, hvor der er væsentlige driftsforstyrrelser på rensningsanlægget.

Miljøstyrelsens Luftvejledning /7/ anviser i øvrigt, hvordan punktkilder i industrien skal reguleres. Kontrol af støvemissioner fra punktkilder foregår

normalt ved emissionsmålinger, der kan udføres ved prøvetagning direkte i afkastet eller skorstenen.

Tidligere udgjorde emissioner af støv fra forbrænding væsentlige punktkilder i forbindelse med nedfald af partikler i byer (flyveaske, sod, oliekok fra energi-produktion og boligopvarmning), men bidraget fra disse kilder er reduceret betydeligt med indførelsen af naturgas og mindre svovlholdigt kul og olie, samt med indførelsen af anlæg til røggasrensning. Et særligt område inden for forbrænding udgøres i denne forbindelse af små brændeovne, der anvendes i boliger. Emissioner af dioxiner fra brændeovne er undersøgt under danske forhold /8/, men der foreligger ikke egentlige undersøgelser af den samlede støvemission og af kornstørrelsesfordelingen af partikler fra brændeovne. Det vurderes, at der kun i få og særlige tilfælde – for eksempel ved særligt sodende forbrænding - vil være risiko for gener som følge af nedfald af synligt støv fra røgpertikler fra brændeovne. I forbindelse med røg/sod fra forbrændingsprocesser vurderes de sundhedsmæssige aspekter imidlertid af have afgørende betydning.

1.4.2.2 Vejtransport

En af de mest væsentlige menneskeskabte kilder til nedfald af støv er i dag transportsektoren, hvor ophvirvling af vejstøv formodentlig udgør den væsentligste kilde til støvfald i byområder. Vejstøv er en fællesbetegnelse for al det støv, der lægger sig på vejarealer, herunder støv fra naturligt forekommende kilder blandet med sod og sliddele fra dæk og bremses. Amerikanske undersøgelser har vurderet, at ca. halvdelen af emissionen af vejstøv til luften udgøres af partikler, der er større end 10 µm /9/. Dette indikerer, at vejstøv i høj grad afsættes som støvfald langs trafikerede veje. En oversigt over indholdet af sundhedsskadelige stoffer i vejstøv i relation til trafikens bidrag til jordforurening er vist i /10/.

Nedfald af støv, der opstår som følge af transporten af støvende materiale til og fra udendørs oplag, er beskrevet i det følgende afsnit "Diffuse kilder".

1.4.2.3 Diffuse kilder

Visse støvende operationer i industrien og energisektoren foregår udendørs, enten på grund af deres størrelse, eller af sikkerhedsmæssige årsager. Her er det ikke umiddelbart muligt at etablere tvungen ventilation. En eventuel støvdannelse fjernes derfor med vinden, og der opstår en diffus emission.

De fleste støvgener opstår som følge af diffuse emissioner af støv fra oplag eller håndtering af støvende materiale. Udendørs oplag af støvende materiale vil typisk bestå af råmaterialer eller affaldsprodukter til videre håndtering og deponering.

Oftest finder udendørs oplag sted på virksomhedens egen grund. Oplagets fysiske beliggenhed og udformning vil være af betydning for støvdannelsen. Faktorer, der i øvrigt har indflydelse på støvflugten, er beskrevet i afsnit 1.5.

Emissioner i form af diffuse udslip er ikke omfattet af Miljøstyrelsens Luftvejledning.

Eksempler på kilder, der kan give anledning til støvgener, er:

- Oplag og håndtering af
 - kul

- flyveaske
- slagger
- træspåner/savsmuld
- grus, ler og sten
- korn
- cement
- kalk
- kompostering
- formaling af østers/muslingeskaller
- Diffuse kilder til støv på industrielle anlæg (via åbne porte eller tagvinduer), f.eks. på anlæg til
 - tørring af korn og foderstof (ved påslag)
 - sandblæsning
- Entreprenørarbejder
 - udgravning
 - transport af bortgravet materiale
- Drift af landbrug
 - håndtering af korn og halm
 - jordfygning ved markarbejde

Diffuse støvemissioner kan ske ved mange former for håndtering, herunder for eksempel udvinding (udgravning, sprængning), knusning, sigtning, tørring eller destruktion.

Der kan ligeledes ske støvemissioner ved transport af støvende materialer og produkter. I denne sammenhæng er det væsentligt at skelne mellem transporten på virksomhedens eget område, og transporten uden for virksomhedens område. Støvemissioner fra den interne transport på virksomhedens interne område reguleres via krav fra tilsynsmyndigheden til virksomheden i form af driftsvilkår, jf. afsnit 3.1. Såfremt den eksterne transport udføres af underleverandører (transportfirmaer), skal emissioner fra den eksterne transport reguleres ved krav til virksomhedens underleverandører.

På virksomhedens eget område vil der kunne ske emissioner af støv fra for eksempel transportbånd, under af- og pålæsning samt fra køretøjer på området.

Med hensyn til transporten uden for virksomhedens område kan der ske støvemissioner direkte fra lastbiler og køretøjer langs oplagets til- og fra-kørselsveje, og der kan ske en genophvirvling af støv fra disse veje. Der kan under transport ske omlastning på for eksempel havneanlæg, hvor der kan ske støvemissioner under oplagring, losning og lastning.

En nærmere gennemgang af hvordan støvemissioner fra diffuse kilder kan reduceres, fremgår af afsnit 3.1.3.

1.5 Ophvirvling af støv fra udendørs oplag

I det følgende gives en kort gennemgang af de parametre, der har en væsentlig indflydelse på dannelsen af luftbåren støv fra udendørs oplag af støvende materiale. Oplysningerne er fundet ved litteratursøgning. Langt de fleste undersøgelser på dette område gælder for støv fra kulbunker, som er langt den bedst beskrevne diffuse kilde til støv. Gennemgangen vil derfor tage udgangspunkt i de beskrivelser, der er fundet for støv fra kulbunker. De beskrevne

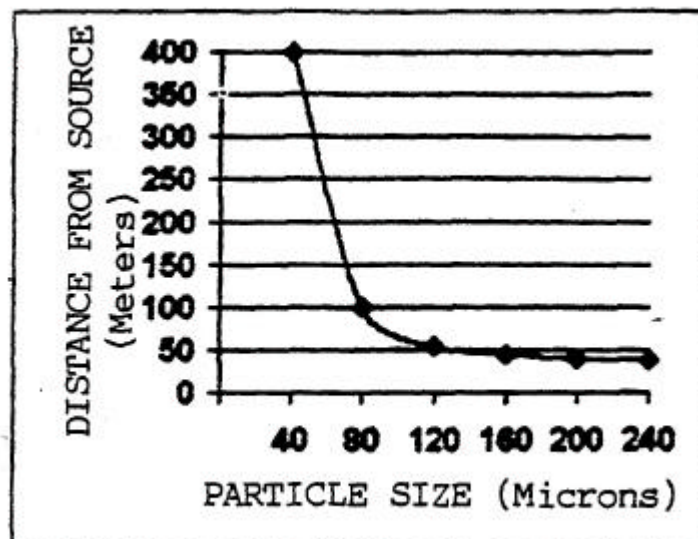
faktorer og mekanismer for støvdannelse er imidlertid generelt gældende for udendørs oplag af støvende materiale og kan derfor overføres til andre områder.

Risikoen for at vinden ophvirvler og transporterer støv til det omgivende nærmiljø, afhænger af vindforholdene og af partiklernes størrelse, densitet og fugtighed.

1.5.1 Partikelstørrelse og -densitet

Støvfaldet vil som illustreret af figur 1 være størst tæt på kilden. Figur 2 illustrerer hvor langt forskellige størrelser af kulpartikler vil transporteres væk. Figur 2 viser erfaringsværdier for partikler på toppen af en 5 meter høj kulbunke, og gælder for vindhastigheden 5 m/s. For kulbunker gælder, at en leverance af kul knust med en diameter op til 50 mm kan indeholde 2% - 8% materiale mindre end 125 μm /11/. Kulpartikler, der er mindre end 125 μm kan defineres som kulstøv, som, jf. figur 2, risikerer at emitteres fra kulbunker ved støvflugt.

Figur 2. Afstand, som kulpartikler af forskellig størrelse tilbagelægger, som funktion af partiklernes størrelse. Figuren viser den beregnede transport for kulpartikler, der er placeret oven på en 5 meter høj kulbunke, og for en vindhastighed på 5 m/s /12/.



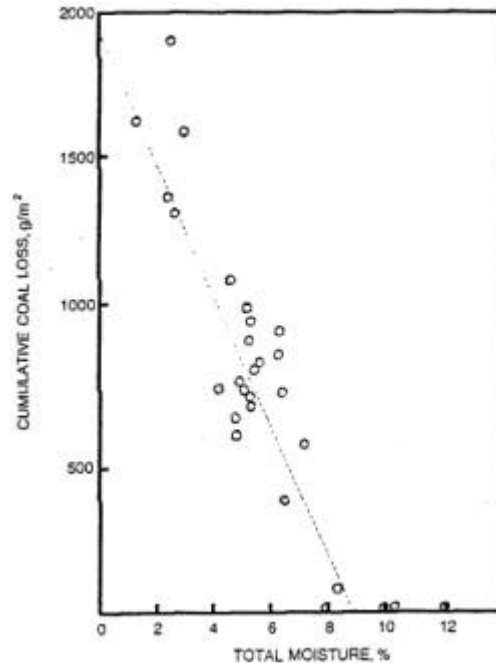
Corn /12/ angiver, at densiteten af individuelle luftbårne partikler vil kunne variere i området $0,5 \text{ g/cm}^3 - 6,5 \text{ g/cm}^3$. Til sammenligning er densiteten af typiske materialer, der opbevares i udendørs lagre: Grus: $2,5 \text{ g/cm}^3$ eller derover, kul (antracit): $1,4 \text{ g/cm}^3 - 1,8 \text{ g/cm}^3$, flyveaske: $1,3 \text{ g/cm}^3 - 1,4 \text{ g/cm}^3$, og træ: fra $0,4 \text{ g/cm}^3 - 0,6 \text{ g/cm}^3$ for de letteste træsorter (for eksempel rødgran) og op til $1,0 \text{ g/cm}^3$ for de tungeste (for eksempel eg).

1.5.2 Fugtindhold

Fugtindholdet af partiklerne i de øverste lag har stor indflydelse på forekomsten og omfanget af vinderosion på udendørs oplag af materialer. Der er foretaget undersøgelser af kulpartiklers evne til at medrives af vinden i forbindelse med oplagring af kulpladser omkring kraftværker. Coates (1991) /13/ angiver som en tommelfingerregel, at kulbunkers risiko for at afgive vindbærent støv kan betragtes som meget stor, hvis overfladens fugtindhold er

mindre end 4%, begrænset så længe fugtindholdet er 4% - 8%, og lav hvis fugtindholdet er over 8%. Nicol og Smitham /14/ har for en given kultype fastlagt et "kritisk fugtindhold", ved hvilket støvemissioner fra kulbunker kan forhindres.

Figur 3. Effekt af vandindholdet i overfladen af kulbunker på emissionen af vindblæst kulstøv /14/.



Særligt støvende situationer kan opstå omkring oplag af støvende materiale i frostperioder, når der samtidig ikke er snedækning. Dette kan blandt andet forekomme, hvis der benyttes vandingsanlæg til befugtning af bunker og transportveje på anlægget, idet vandingsanlægget kan være ude af funktion i disse perioder.

1.5.3 Genophvirvling

Støvpartikler, der aflejres i udemiljøet, kan genophvirvles af vinden. Risikoen for genophvirvling afhænger af overfladen, hvorpå partiklen er deponeret, og af partiklens størrelse, tyngde og fugtindhold. Genophvirvlingen kan ske adskillige gange og bevirke, at støvet fra en given kilde transporteres i uventede retninger.

New zealandske retningslinier for håndtering af støvende oplag angiver, at små partikler i bunker af støvende materiale som en generel tommelfingerregel vil kunne ophvirvles af vinden (uden mekanisk påvirkning ved håndtering), når vindhastigheden er over 5 m/sek. /15/.

Afhængig af støvpartiklernes fysisk-kemiske egenskaber kan nedbør og vanding medføre en skorpedannelse, som i større eller mindre grad binder partiklerne til overfladen og mindsker risikoen for genophvirvling. Et eksempel herpå er flyveaskepartikler /16/.

Typisk observeres et forhøjet støvfald på arealer, der støder op til asfalterede områder, hvor der foregår jævnlig trafik, og dette kan skyldes genophvirvling.

Omkring byggepladser og åbne oplag kan tunge køretøjer bringe våd jord og støv fra byggepladsen til de tilstødende kørselsveje, hvorfra de typisk genophvirvles. Partikler, der deponeres på områder uden vegetation som for eksempel asfalt, genophvirvles let fra overfladen. Genophvirvling vil derfor forekomme, når der er tilstrækkelig vind eller turbulens omkring køretøjer. Endvidere skal man være opmærksom på, at depositionen af partikler typisk vil øges i "lækroge", for eksempel nær husmure, større træer og lignende.

2 Historiske data for støvfald

2.1 Baggrundsområder

2.1.1 Danmark

2.1.1.1 Byområder

Indtil der i 1970'erne i Danmark blev gennemført en kraftig reduktion af emissionen af partikler fra fyringsanlæg o.l., var befolkningen i forhold til i dag udsat for et betydeligt højere niveau af støvfald i de indre dele af de større danske byer. Målinger udført i 40'erne i 20 meters højde i den indre by i København viste årsmiddelværdier på $0,3 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ eller derover for uopløseligt støv /17/. I områder nær Østre Gasværk på Østerbro blev der i 1,5 meters højde målt værdier på ca. $0,4 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ i 1965 som årsmiddel, og samme sted blev der i 1970 målt ca. $0,2 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ som årsmiddel /18/. Målinger udført af dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ over hele 1996 i 3 meters højde på Amagerbrogade og nær Israels Plads i København viste typiske resultater af størrelsesordenen $0,1 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ for uopløseligt støv som 14 dages gennemsnit /19/. Dette antyder, at der er tale om et markant fald i niveauet af støvfald i København over de seneste 30-40 år, og tilsvarende må antages at gælde for andre byområder i Danmark.

Støvfaldsmålinger i Kolding-området viste i 1979-80 værdier på $0,04 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ uopløseligt støv som middel over 12 måneder, og ca. $0,1 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ som total støv, det vil sige summen af opløseligt og uopløseligt støv /20/.

2.1.1.2 Baggrundsområder

Nedfaldet af enkeltforureninger såsom metaller og uorganiske forbindelser måles af Danmarks Miljøundersøgelser i Baggrundsovervågningsprogrammet, men disse målinger giver ikke oplysninger om det samlede nedfald af partikler. Der er dog analogt til det faldende støvfald i byområder observeret et tydeligt fald i depositionen af tungmetaller som cadmium, chrom, nikkel og bly inden for de seneste 10 år /21/.

Der er ikke fundet resultater af længerevarende måleprogrammer for støvfald i baggrundsområder i Danmark. dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ har udført korterevarende målinger – typisk over 3-6 måneder – i baggrundsområder som en del af måleprogrammer omkring støvende oplag. Ud fra målekampagner udført i kystnære områder for danske amter og kraftværker vurderer dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, at de typiske baggrunds niveauer i baggrundsområder er som vist i tabel 1. Tallene offentliggøres efter godkendelse fra rekvirenten af målingerne.

Tabel 1. Typiske baggrundsniveauer af total støv og uopløseligt støv, vurderet ud fra nyere erfaringsværdier fra danske områder. Tallene er indhentet fra projektrapporter udført af dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ og fremkommer på basis af målinger på lokaliteter, der ligger så langt fra nærmeste større kilde til uopløseligt støv, at en direkte påvirkning ikke forventes.

Område	Typisk baggrundsværdi (14 dages middelværdi)		Bemærkninger
	Total støv g/m ² /døgn	Vand-uopløseligt støv g/m ² /døgn	
Vestjylland (Esbjerg), 1996-1997	0,02 – 0,07	0,003 – 0,008	Kystnært område. Stormsituation medførte forhøjet værdi af opløseligt støv (fra havskum) svarende til 0,24 g/m ² /døgn
Sønderjylland (Åbenrå) 1996-97	0,02 – 0,03	0,004 – 0,012	Kystnært område. Stormsituation medførte forhøjet værdi af opløseligt støv (fra havskum) svarende til 0,3 g/m ² /døgn
Østjylland (Djursland) 1996	0,01 – 0,10	0,004 – 0,015	Målt i ikke-kystnært område
Østsjælland (Køge) 1995-1999	0,05 – 0,15	0,02 – 0,10	Kystnært område. Stormsituationer medførte forhøjet værdi af opløseligt støv (fra havskum) på op til 0,5 g/m ² /døgn

2.1.2 Udlandet

Der udføres som en del af landsdækkende måleprogrammer rutinemæssigt målinger af nedfaldet af støv i Tyskland, Schweiz og Østrig.

Til sammenligning med de viste undersøgelser er der i tabel 2 sammenfattet typiske baggrundsniveauer for støvfald i Schleswig-Holstein, som er den tyske delstat, der grænser op til Danmark. Nedfaldet af støv i baggrundsområder i Schleswig-Holstein er formodentlig af samme størrelsesorden som i Danmark, da topografien og kystnære områder er sammenlignelige. Typiske årsmiddelværdier er for baggrundsniveauer i Schleswig-Holstein i 1998-2000 af størrelsesordenen 0,1 g/m²/døgn. For landlige områder er årsmiddelværdierne ned til 0,05 g/m²/døgn, og for bybaggrund op til 0,15 g/m²/døgn.

I Tyskland registreres et tydeligt fald i nedfaldet af støv fra 1960'erne og til i dag. Dette illustreres eksempelvis af målinger i Stuttgart, hvor langtidsudviklingen i "bybaggrund" er målt ca. 25 m over terræn i centrum af Stuttgart. Måleresultater viser et jævnt fald fra 0,15 g/m²/døgn i 1965 til 0,07 g/m²/døgn i 2000 [22]. Dette fald bekræfter den tendens, der som nævnt i foregående afsnit blev fundet ud fra sporadiske målekampanjer i danske byer over de seneste 50 år.

Table 2. Resultater af målinger i baggrundsområder i Schleswig-Holstein /23/, /24/, /25/. Måleresultater angivet som total støvfald i g/m²/døgn.

Område	1998 /23/		1999 /24/		2000 /25/	
	Års- middel	Max. månedsm iddel	Års- middel	Max. månedsm iddel	Års- middel	Max. månedsm iddel
Landlig (Altendeich, Bornhöved, Barsbüttel)	0,05-0,06	0,11	0,05-0,06	0,12	0,04-0,06	0,15
Industrinær (Brunsbüttel)	0,05-0,10	0,15	0,06-0,10	0,34	0,05-0,08	0,13
Udkant af by (Schleswig, Lübeck- Shönböcken)	0,05	0,08	0,05	0,14	0,04-0,06	0,11
Indre by (ikke nær trafik) (Lübeck- Lindenplatz, Kiel- Scützenwall)	0,08 -0,14	0,22	0,09 -0,13	0,20	0,08-0,15	0,35

Ifølge TA-Luft /31/ blev der i 1970'erne i nogle delstatsområder i Tyskland observeret overskridelser af IW1-værdien, som er en grænseværdi på 0,350 g/m²/døgn for det aritmetriske gennemsnit af månedsværdier over et år, jf. tabel 10. Siden 80'erne har IW1-værdien dog været overholdt i alle områder i Tyskland, med undtagelse af visse områder med grusgrave, stenbrud, deponier og lignende. I 1999 var årsmiddelværdierne for støvfald alle under 50% af IW1. Anderledes ser det ud for IW2-værdien på 0,650 g/m²/døgn, der gælder som en maksimal månedsmiddelværdi. Maximale månedsmiddelværdier blev selv i 80'erne og 90'erne overskredet i enkelte områder i Tyskland, hvor der forekom særligt støvende aktiviteter. I 1999 var den maksimale månedsmiddelværdi målt i tyske delstater 64% af IW2-værdien.

2.2 Områder nær støvende aktiviteter

En liste over støvende aktiviteter, der erfaringsmæssigt kan give anledning til støvgener, er givet i afsnit 1.4.2. I det følgende vil erfaringer fra undersøgelser omkring kulbunker, flyveaskedeponier, grusgrave og oplag af træspåner blive refereret. Erfaringer fra disse områder vurderes at give et dækkende billede for de fleste andre typer støvende aktiviteter. Det skal nævnes, at der ikke er fundet erfaringsværdier for støvfald omkring entreprenørarbejder, diffuse kilder på industrielle anlæg og drift af landbrug.

Erfaringsværdierne for områder nær støvende aktiviteter er typisk udført som følge af kontrolmålinger udført på foranledning af krav til de enkelte virksomheder fra tilsynsmyndighederne. Kontrolmålingerne er ikke nødvendigvis udført efter samme princip, da der ikke foreligger særlige krav til målemetoder. De måleresultater, der gives i det følgende, er hentet fra målerapporter fra typiske brancher, hvor støvende aktiviteter forekommer. Ikke alle brancher er omfattet; af praktiske grunde gennemgås kun rapporter, der er vurderet at indeholde nyere og relevant talmateriale. Oplysningerne er indhentet og refereret med tilladelse fra rekvirenten af målingerne.

2.2.1 Flyveaskedepoter

Der er eksempler på, at der er udført målinger omkring flyveaskedepoter. Der er blandt andet udført målinger i Køge og Esbjerg for henholdsvis Energi E2 og Vestkraft. Måleresultaterne fra kampagnemålinger i 1996 omkring Vestkrafts flyveaskedepot viste ingen forhøjede værdier af støvfald, der kunne henføres til flyveaske fra depotet. Der forekom i Esbjerg ikke indberetninger om gener som følge af nedfald af støv.

2.2.2 Træforarbejdende industri og flyveaskedepot i Køge

Energi E2 har siden 1994 udført månedlig kontrol af støv i nærheden af et flyveaskedepot under anlægning i Køge. Flyveaskedepotet er anlagt som en opfyldning i havnen ud for Junckers Industrier, jf. figur 4. Støvfaldet i området vil afhængig af den givne vindretning dels kunne påvirkes af flyveaskedepotet, dels af træstøv fra Junckers Industrier. Klager over nedfald af støv rapporteret i området har været relateret til træstøv – dette kan enten skyldes, at træstøv er mere synligt, og/eller at nedfaldet af flyveaskepartikler fra depotet er ubetydeligt.

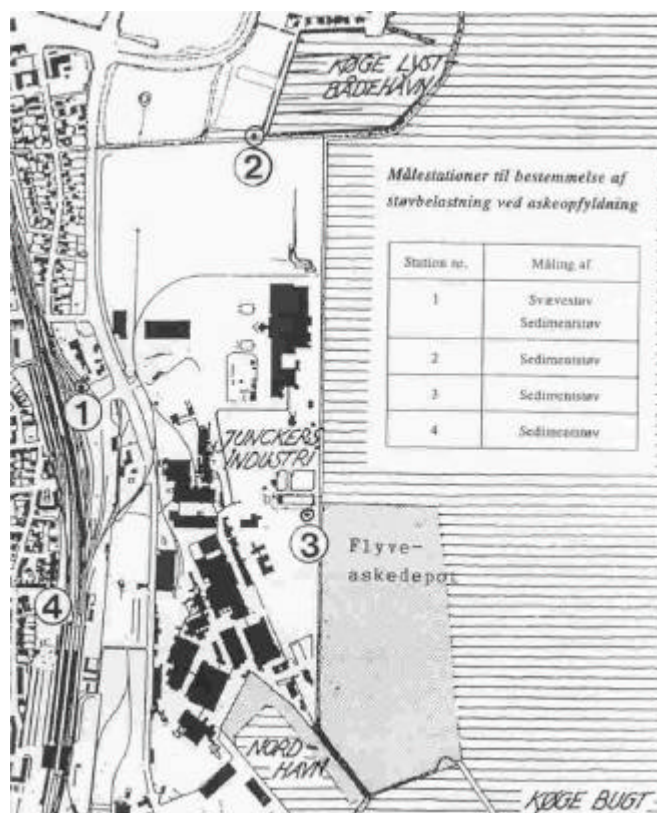
Nedfaldet af støv omkring Energi E2s flyveaskedepot og Junckers Industrier har siden 1994 været målt på positionerne 1, 2 og 3. En kort beskrivelse af stationerne fremgår af tabel 3.

Tabel 3. Målepositioner omkring Energi E2's flyveaskedepot og Junckers Industrier i Køge.

Position nr.	Placering	Afstand fra flyveaskedepot	Afstand fra kilder til træstøv
1	Tangmosevej. Nær beboerområde.	750 m	400 m
2	Lystbådehavn. Referenceposition, der ligger i et kystnært område svarende til position 3.	1000 m	1000 m
3	Flyveaskedepot. Junckers Industrier	75 m	50 m – 100 m

Roskilde Amt har i perioden 1994-1999 modtaget klager over støvgener fra beboere i Køge. De fleste klager er indberettet fra beboere i området mellem position 1 og 4, jf. figur 4. Klagerne har i alle tilfælde været relateret til nedfald af træstøv.

Figur 4. Målepunkter omkring Energis 2's flyveaskedepot og Junckers Industrier i Køge. Station 4 var kun omfattet af programmet under opstarten i 1994.



Med tilladelse fra Energi E2 og Junckers Industrier A/S er sammenfattende resultater af målinger udført i perioden 1994-2000 vist i tabel 4 samt figur 5 og 6.

I kystnære områder er andelen af opløselige partikler ofte ganske dominerende. Som det fremgår af tabel 4, gælder dette også for station 2 og 3, hvor havskum vil hvirvles ind fra kysten under høje vindhastigheder. Det antages, at gener som hovedregel ikke opleves som følge af opløselige partikler fra havskum, idet beboerne i kystnære området må formodes at være tilvænnet denne påvirkning. Sammenhæng mellem gener og mængden af støvfald kan derfor – når der som her er tale om uopløseligt støv, i højere grad vurderes ud fra målinger af den uopløselige fraktion af støvfald.

Tabel 4. Resultater af støvfaldsmålninger udført omkring flyveaskedepot og Junckers Industrier for Energi E2 i Køge. Måling udført med 14 dages opsamlings tid. Måleresultater angivet som total støvfald (summen af uopløseligt og opløseligt støv) og uopløseligt støvfald i g/m²/døgn. Måling udført med bulk sampler.

År	Støvtype	Station 1 Tangmosevej (beboerområde)			Station 2 Bådehavnen (Reference)			Station 3 Flyveaskedepot/ Junckers Industriers område		
		Års- middel	Max. 14 dg	Max 30 dg.	Års- middel	Max. 14 dg	Max 30 dg.	Års- middel	Max. 14 dg	Max 30 dg.
1994 ¹	Total støvfald	0,10	0,22	0,15	0,14	0,39	0,23	0,96	6,13	3,15
	Uopløseligt støvfald	0,07	0,15	0,12	0,07	0,24	0,13	0,09	0,25	0,14
1995	Total støvfald	0,12	0,42	0,22	0,14	0,30	0,26	0,21	1,78	0,93
	Uopløseligt støvfald	0,04	0,12	0,08	0,05	0,14	0,14	0,06	0,17	0,16
1996	Total støvfald	0,15	0,47	0,41	0,14	0,59	0,37	0,12	0,34	0,27
	Uopløseligt støvfald	0,05	0,13	0,11	0,04	0,11	0,10	0,04	0,14	0,11
1997	Total støvfald	0,11	0,34	0,22	0,14	0,34	0,23	0,22	1,22	0,73
	Uopløseligt støvfald	0,04	0,19	0,10	0,04	0,14	0,07	0,13	0,68	0,41
1998	Total støvfald	0,10	0,39	0,20	0,14	0,44	0,39	0,44	1,63	0,90
	Uopløseligt støvfald	0,03	0,13	0,07	0,04	0,13	0,13	0,18	0,45	0,44
1999	Total støvfald	0,14	0,81	0,47	0,16	0,40	0,34	0,28	0,57	0,40
	Uopløseligt støvfald	0,05	0,12	0,06	0,03	0,05	0,05	0,11	0,32	0,18
2000	Total støvfald	0,07	0,15	0,14	0,11	0,32	0,26	0,20	1,05	0,70
	Uopløseligt støvfald	0,04	0,12	0,10	0,03	0,06	0,05	0,14	0,98	0,59

I det følgende forsøges belastningen med uopløseligt støv på position 1 og 3 vurderet nærmere. Position 2 (lystbådehavnen) antages i denne forbindelse at være en referenceposition, der beskriver støvfaldet i disse områder, såfremt der ikke var nogen påvirkning af støv fra hverken flyveaskedepotet eller Junckers område. Det skal dog bemærkes, at position 2 i perioden fra april til oktober kan være udsat for saltvandsaerosoler fra sprinklingsanlæg på Junckers Industriers nordplads, hvor der opbevares tømmer. Påvirkningen af havsalte antages imidlertid ikke at have nogen nævneværdig effekt på det uopløselige støv.

Det skal bemærkes, at position 3 er beliggende meget tæt på oplag af savsmuld og træspåner på Junckers Industriers område. Samtidigt er position 3 den position, der ligger tættest på flyveaskedepotet. Position 3 ligger endvidere forholdsvis langt fra beboerområder og repræsenterer ikke en typisk lokalitet i relation til beboerområder. Støvfaldet på position 3 må forventes at repræsentere et niveau, der ligger væsentligt over det, der vil kunne accepteres i beboede områder.

Den samlede påvirkning af støv fra Junckers og fra flyveaskedepotet estimeres ved at korrigere det målte støvfald på position 1 (Tangmosevej) og 3 (Junckers) efter (I):

¹ Måleprogram startet 10-06-1994, og årsmiddelværdien er derfor beregnet på basis af resultater fra årets sidste 6 måneder.

$$K_B = K_{TOT} - R \quad (I)$$

- hvor K_B = det estimerede bidrag fra kilderne på henholdsvis position 1 og 3 [$\text{g}/\text{m}^2/\text{døgn}$]
 K_{TOTAL} = Summen af kildernes bidrag og baggrundsbelastningen i området, her vurderet ved måling på henholdsvis position 1 og 3 [$\text{g}/\text{m}^2/\text{døgn}$]
 R = Baggrundsbelastningen i referenceområdet, her vurderet ved måling på pos. 2 [$\text{g}/\text{m}^2/\text{døgn}$].

Ud fra måleresultaterne er K_B beregnet på henholdsvis position 1 og 3, det vil sige

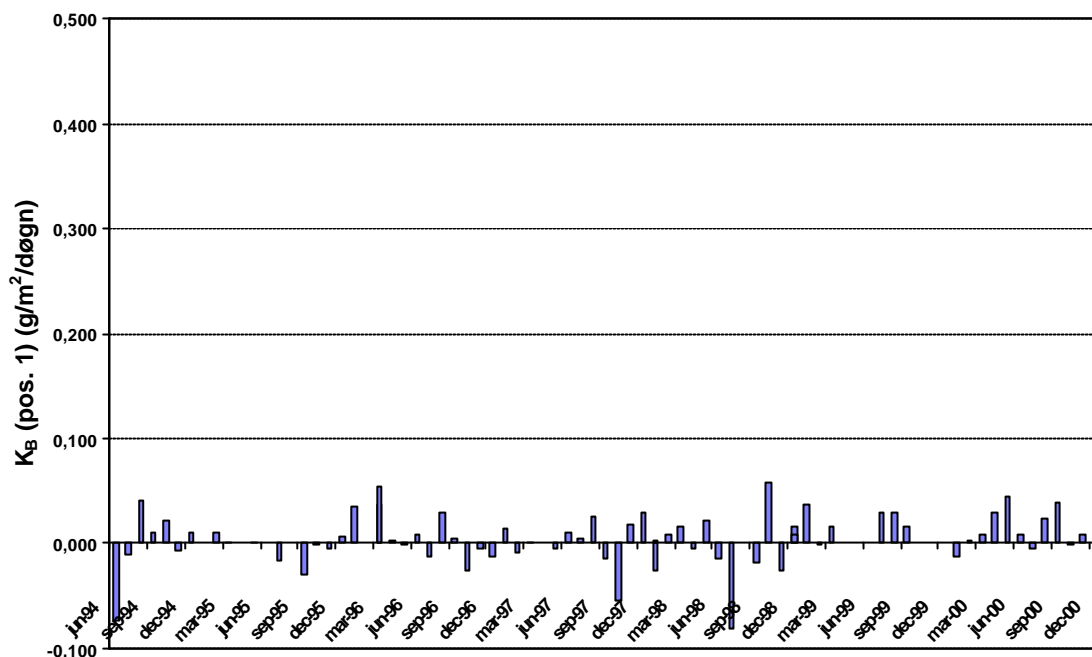
$$K_B(\text{pos.1}) = St1(\text{uopl}) - St2(\text{uopl}), \text{ og}$$

$$K_B(\text{pos.3}) = St3(\text{uopl}) - St2(\text{uopl})$$

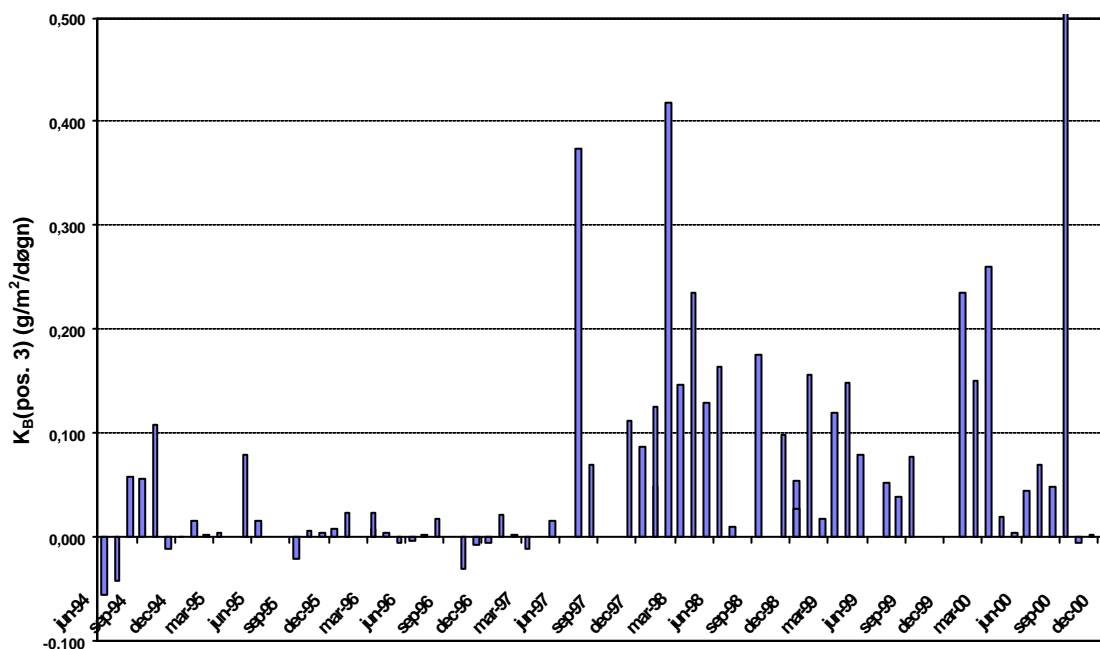
hvor $St1(\text{uopl})$, $St2(\text{uopl})$ og $St3(\text{uopl})$ er mængden af uopløseligt støvfald målt på henholdsvis position 1, 2 og 3.

Resultatet af beregningen er vist grafisk i figur 5 og 6, hvor alle resultater af 14 dages målinger er omfattet i perioden 1994-2000.

Figur 5. Estimeret bidrag af støvfald K_B på position 1 (beboerområde, Tangmosevej) fra flyveaskedepot og træforarbejdning. Beregnet ud fra månedsmiddelværdier for uopløseligt støvfald i $g/m^2/døgn$. Måling udført med bulk sampler.



Figur 6. Estimeret bidrag af støvfald K_B på position 3 (inden for virksomheden Junckers område) fra flyveaskedepot og træforarbejdning. Beregnet ud fra månedsmiddelværdier for uopløseligt støvfald i $g/m^2/døgn$. Måling udført med bulk sampler.



I relation til oplevelsen af gener i beboerområder er det relevant at vurdere det estimerede bidrag K_B på position 1, som repræsenterer et beboerområde. Det er tydeligt ud fra figur 5 og 6, at bidraget K_B på position 1 er betydeligt mindre end bidraget K_B på position 3. Dette er forventeligt, da position 3 er placeret meget tæt på støvkilderne. Samtidig fremgår det, at K_B på position 1 er meget varierende og i mange tilfælde negativ. Dette tillægges, at der på

referencestationen kan forekomme bidrag fra kysten (sandpartikler m.m.) under høje vindhastigheder, og disse bidrag vil ikke forekomme i samme grad på position 1, der ligger ca. 600 m fra kysten. Position 2 og 3 ligger begge mindre end 50 m fra kysten, og position 2 er af samme grund en mere relevant referencestation for position 3.

Det estimerede bidrag K_B på position 3 er som vist i figur 6 undertiden meget højt, men som tidligere nævnt er position 3 ikke relevant i relation til vurdering af belastningen i beboerområder. Da position 3 er placeret på virksomhedens eget område og 300 m – 400 m fra nærmeste skel, er denne position relevant i forbindelse med en overvågning af støvemissionerne fra kilderne i området.

Oplysninger om beboerklager, indberettet til Roskilde Amt, er sammenlignet med de målte værdier af støvfald. Der er indberettet klager på dage, hvor vindretning og emissionsforhold har givet anledning til særlig kraftigt nedfald af støv i specifikke beboerområder. Dette er sket i 1996 (februar, marts, april, august, september, oktober), i 1997 (marts), i 1998 (september) og i 1999 (september). Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem disse klager og de målte værdier af støvfald, hverken ved sammenligning med de absolutte værdier på position 1 og 3, eller ved sammenligning med K_B som vist i figur 5 og 6. Dette skyldes med stor sandsynlighed følgende forhold:

- Oplysningerne om støvgener er ikke indsamlet systematisk med det formål at kortlægge borgernes generelle oplevelse af gener. Der er tale om oplysninger fra amtets miljøvagtrapper, det vil sige, oplysningerne stammer fra borgere, der oplever et geneniveau, der foranlediger, at de på eget initiativ foretager et telefonopkald til amtet. Oplysningerne bliver derfor sporadiske og ufuldstændige til brug for en generel beskrivelse af støvgener i området.
- Målingerne er foretaget med 14 dages midlingstid, og der er opsamlet med en traditionel bulk opsamler, der måler støvfaldet under alle vindretninger. Den traditionelle målemetode skal – for at opsamle støv nok til at udføre en tilstrækkelig sikker kvantificering – udføres med en beholder, der opsamler støvfald i 2 uger ad gangen. Støvgenerne i Køge er typisk opstået som følge af, at støvfald opleves over kort tid – formodentlig over få timer til et døgn. Enkeltepisoder, hvorunder et højt støvfald forekommer under bestemte vindretninger, vil derfor ikke nødvendigvis medføre en signifikant forhøjet støvfaldsmåling med en bulk sampler over 14 dage. Omvendt vil en forhøjet støvfaldsmåling, der er foretaget over 14 dage, sjældent med sikkerhed kunne relateres til en bestemt kilde.

Det konkluderes, at der ikke kan findes en sammenhæng mellem de rapporterede støvgener i Køge og de målte værdier af støvfald ud fra målingerne udført med den traditionelle målemetode.

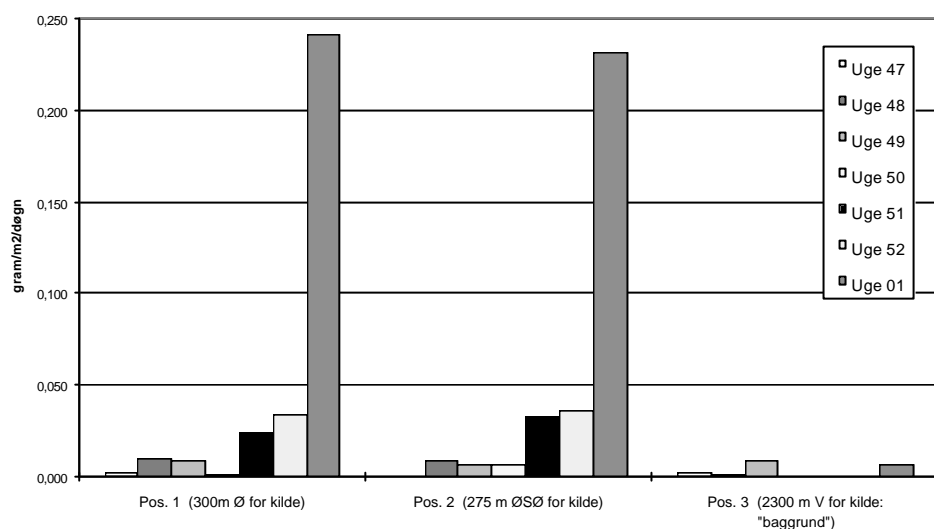
I det følgende afsnit, der refererer erfaringsværdier fra målinger omkring kulbunker, vil nyere målinger, der dels er udført over kortere tidsrum, og dels er udført med en vindretningsbestemt prøveopsamler, blive refereret.

2.2.3 Kulbunker

For Sønderjyllands Amt har dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ i 1996 målt støvfald omkring Enstedværkets kulbunker ved Åbenrå. Disse undersøgelser

blev foretaget ved opsamling af støv over 7 døgn på klæbefolier /26/. Resultater af målingerne i denne undersøgelse fremgår af figur 7. Målingerne i position 1 og 2 er foretaget i det område, hvor amtet havde modtaget klager over støvgener. Figur 7 illustrerer, hvordan depositionen af støv i korte perioder kan øges væsentligt. Der var i uge 53 (= uge 01 1997) klager fra omkringboende til amtet over nedfald af støv, og det fremgår, at nedfaldet af støv tæt ved kulbunkerne i denne uge var mere end 20 gange højere end det niveau, der samtidigt målt i baggrundsområdet. Til sammenligning var det gennemsnitlige støvfald målt over en måned under 0,10 g/m²/døgn på position 1 og 2, målt med den traditionelle opsamlingsmetode for december 1996 og januar 1997. Dette illustrerer, at det med den traditionelle bulk sampler er vanskeligt at udpege kortvarige hændelser, der giver anledning til støvgener.

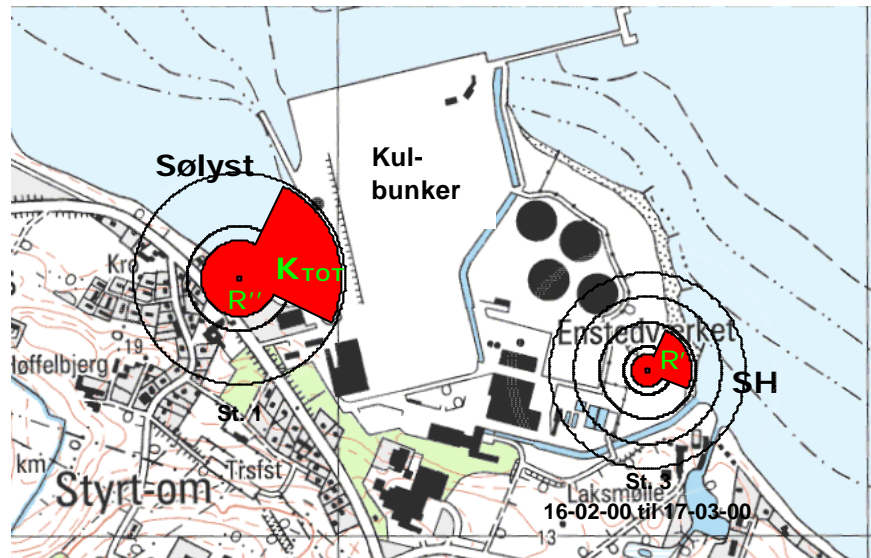
Figur 7. Måling af støvfald ved hjælp af klæbefolie i henhold til VDI 2119/4. Gennemsnitlig deposition over 7 døgn målt omkring kulbunker ved Enstedværket, Åbenrå, i november-december 1996 /26/.



dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ udførte i 2000 en afprøvning for Sønderjyllands Amt af en nyudviklet vindretningsbestemt støvfaldsmål. Målingerne blev udført på den østlige og vestlige side af Enstedværkets kulbunker og havde til formål at belyse hvor stor en andel af det afsatte støv, der kom fra kulbunkerne. En oversigt over undersøgelsens resultater findes i /27/. Figur 8 viser placeringen af målestederne i forhold til kulbunkerne. En oversigt over 8 måneders resultater er vist i tabel 5. Tabel 5 omfatter de perioder, hvor der foreligger resultater fra begge stationer.

Ud fra resultaterne konkluderes det i /27/, at der generelt er et højere nedfald af støv på position 1 i forhold til position 3. Både kilde og baggrund er højere på position 1. For vestlige vindretninger ("baggrund") skyldes dette med al sandsynlighed, at stationen er placeret nær landevejen ind mod Åbenrå, hvorfra der vil ophvirvles støv, der sedimenterer i nærheden af landevejen. For østlige vindretninger (kilde) tillægges dette bidraget fra kulbunkerne, der medfører et forhøjet nedfald på position 1. Der var – bortset fra en enkelt periode – 2-3 gange højere støvfald på position 1 i forhold til position 3 under vinde fra øst, d.v.s. fra kilde. Det højere støvfald på position 1 under østlige vindretninger afspejles i øvrigt ikke af den metode, der traditionelt benyttes til kortlægning af støvfald omkring støvende oplag. For en nærmere gennemgang af målemetoder henvises til afsnit 3.2.

Figur 8. Placering af målesteder, måleprogram udført for Sønderjyllands Amt omkring kulbunker ved Enstedværket i 2000 /27/. Indstilling af vindsektorer på vindretningsbestemt opsamler "METDUST" er vist. Der opsamles følgende prøver på månedsbasis under måleperioden: Prøver mrk. K opsamles på Sølyst under østlige vindretninger (nedstrøms kulbunkerne), prøver mrk. R' opsamles på SH under østlige vindretninger (opstrøms kulbunkerne), og prøver mrk. R'' opsamles på Sølyst under vinde fra alle andre retninger.



Tabel 5. Sammenligning af middelværdier for støvfald målt øst (Sølyst) og vest (SH) for kulbunkerne. Måleperiode: Februar-oktober 2000. Månedsmiddelværdier for opløseligt støvfald, enhed: g/m²/døgn. Ref.: /27/.

		Sølyst	SH
		Gns. ± std.afv.	Gns. ± std.afv.
METDUST	Antal målinger N =	5	5
	Vind fra øst ("kilde": vind fra kilde mod station 1)	0,078 ± 0,041 (K _{TOT} = K _B + R)	0,036 ± 0,014 (R)
	Vind fra syd, nord og vest "Baggrund"; vind fra andre sektorer mod station 1, og samtidigt vind fra bl.a. kilde mod station 3)	0,037 ± 0,010 (R')	0,025 ± 0,019
Traditionel metode (NILU bulk sampler)	Antal målinger N =	5	5
	Vind fra alle vindretninger	0,026 ± 0,009	0,021 ± 0,008

2.2.4 Grusgrave

Roskilde Amt iværksatte i 2002 målinger omkring en grusgrav. Målingerne er en følge af klager over støvgener fra beboere i et villakvarter, der ligger ca. 200 meter nord for grusgravens knuserier. Undersøgelsens resultater er vist i /28/ og vises her med tilladelse fra Roskilde Amt. Figur 9 viser et luftfoto over området og illustrerer placeringen af målepunkterne.

Figur 9. Måling af støvfald opdelt efter vindretning fra grusgraven og fra andre vindretninger på position 1 (ca. 150 m fra knuserier), position 2 (ca. 220 m fra knuserier, beboerområde hvorfra støvgener rapporteres) og position 3 (gennemsnit for alle vindretninger i referencepunkt, R): Maj måned 2002.



Tabel 6 viser resultaterne af målinger af uopløseligt støvfald over 3 måneder. Referenceværdierne R' fremkommer ved måling under alle andre vindretninger (d.v.s. nordøstlige, nordlige, og vestlige vindretninger) på position 1 og 2, og referenceværdien R fremkommer ud fra resultaterne fra position 3, hvor der ikke er rapporteret klager over støvgener, og som betegnes som et referenceområde.

Tabel 6. Nedfald af støv målt omkring grusgrav i Roskilde Amt /28/. Støvfald er målt under vindretninger fra grusgraven og under vinde fra andre retninger. Måleresultater for uopløseligt støvfald, i.m.: Målinger udgår på grund af stort indhold af insekter i prøven.

Periode (2002)	K Støvfald under vind fra kilde g/m ² /døgn		R' Støvfald under alle andre vindretninger g/m ² /døgn		R Støvfald i ikke-belastet område g/m ² /døgn
	Position 1 ca. 150 m fra knuserier (på grusgravens område)	Position 2 ca. 220 m fra knuserier (hvor støvgener rapporteres)	Position 1 ca. 150 m fra knuserier (på grusgravens område)	Position 2 ca. 220 m fra knuserier (hvor støvgener rapporteres)	Position 3 Referenceområde, hvor støvgener ikke rapporteres (gns. under alle vindretninger)
Maj	0,50	0,24	0,14	0,08	0,09
Juni	0,52	0,29	0,09	0,19	0,12
Juli	i.m.	0,21	i.m.	0,05	0,06

Det konkluderes ud fra målingerne, at grusgravens bidrag tydeligt kan påvises med den vindretningsbestemte opsamler, og at der som forventeligt er en tydelig sammenhæng mellem afstanden fra kilden og det målte nedfald af støv. En nærmere vurdering af bidraget fra grusgraven foretages i afsnit 4.4.2.

2.2.5 Træforarbejdende industrier

De tidligere viste resultater omkring flyveaskedeponiet i Køge er udført nær Junckers Industrier, og bidraget af træstøv til det målte støvfald vil være væsentligt og under nogle vindretninger dominerende. Erfaringerne fra Køge kan derfor i et vist omfang overføres til andre træforarbejdende industrier.

Århus Amt har i 1996 udført undersøgelser af støvfaldet omkring en træforarbejdende virksomhed, der har udendørs oplag af træspåner. Århus Amt

modtog klager fra beboere i landsbyen på grund af gener fra træstøv, der drysede ned i området. Tabel 7 viser en oversigt over resultaterne af kampagne-målinger udført af dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ for Århus Amt i 1996. Resultaterne viste, at der kunne opstå et 2-4 gange højere støvfald i de pågældende områder af landsbyen i forhold til baggrundsværdien i området. Månedsværdierne blev målt op til 0,19 g/m²/døgn.

Der blev i undersøgelsen som et supplement til den traditionelle måling udført målinger med fangplader (klæbefolier), som blev opsat på døgn med vindprognoser, der potentielt kunne bringe støv fra bunkerne med træspåner mod de berørte beboere. Som vist i tabel 7 viste disse undersøgelser, at støvfaldet i korte perioder kunne være 5 gange højere end baggrundsværdien. 100 m fra kilden blev støvfaldet vurderet at være 20 gange højere end baggrundsværdien, målt med fangplader og som et gennemsnit over 9,5 døgn i perioder med vind fra kilden.

Tabel 7. Måling af støvfald omkring udendørs oplag af træspåner /29/. Målinger udført med traditionel åben opsamlingsbeholder (månedsmiddelværdier).

Måned	Opsamlingsmetode	Opsamlings-tid	Pos. 1 400 m NØ for oplag	Pos. 2 500 m V-NV for oplag	Pos. 6 (Baggrund) 1900 m S for oplag
Okt. 1996	Bulk sampler iht. NS 4852 /35/	30 dage	0,08	0,19	0,09
Dec. 1996	Bulk sampler ihht. NS 4852 /35/	30 dage	0,04	0,02	0,01
Gennemsnit af døgnmålinger med fangplader under 6 episoder med vind fra kilde (i alt 9,5 døgn)	Klæbefolie jf. VDI 2119/4 /38/	1-2 døgn	0,11	0,10	0,02

3 Regulering og kontrol af diffuse støvemissioner

Ved støvemissioner via ventilationsafkast og skorstene vil emissionen forholdsvis enkelt kunne kvantificeres, og dette gør det i princippet enkelt at regulere og kontrollere emissionen af støv fra punktkilder. Regulering af diffus emission kan imidlertid være ganske vanskeligt, fordi der netop er tale om en diffus, og ikke en velkendt og kvantificerbar emission.

Diffuse emissioner afhænger i vid udstrækning af de råvarer, maskiner og arbejdsprocesser, der anvendes. Samtidig vil en række ydre omstændigheder, for eksempel vindforhold, nedbør, luftfugtighed og temperatur, have stor indflydelse på emissionen. Disse ydre omstændigheder kan være vanskelige at kontrollere.

Kontrol af den diffuse støvemission ved hjælp af støvfaldsmålinger i omgivelserne vil ofte være nødvendig i forbindelse med klagesager, men den almindelige regulering af aktiviteter der kan give diffus støvemission, bør normalt ske med forskellige driftsvilkår.

I det følgende kapitel vil principperne for driftskontrol blive gennemgået. Den hidtidigt anvendte praksis på området vil blive beskrevet, og mulighederne for at styrke den fremtidige driftskontrol for diffuse støvemissioner vil blive gennemgået.

3.1 Driftsvilkår

Der findes meget få konkrete retningslinier om regulering af diffust støv i dansk miljølovgivning. Diffuse emissioner er ikke reguleret af Luftvejledningen /7/. Principperne for driftsvilkår er dog de samme, uanset om det handler om udstyr med rørlagte afkast eller diffust støv, men derfra og til at opstille de relevante vilkår er der langt. Praksis i amter og kommuner for håndtering af diffust støv er derfor typisk meget forskellig, men fælles for dem er, at de stillede krav og vilkår generelt ikke er særlig omfattende.

Dette kapitel beskriver den hidtidige praksis i Danmark for opstilling af vilkår om diffust støv. Endvidere opstilles generelle principper for vilkår om diffust støv, og sluttelig beskrives metoder til at forebygge mod diffus støvemission.

3.1.1 Hidtidig praksis for vilkår om diffust støv i miljøgodkendelser

Praksis i danske amter og kommuner for regulering af diffust støv er meget forskellig. Ofte er de stillede vilkår ikke særlig omfattende og heller ikke præcise i forhold til de konkrete støvkilder. Årsagen er formentlig hovedsagelig manglende regler og anvisninger på området, hvorfor det kræver en stor indsats for tilsynsmyndigheden at opstille egne regler og udvikle en effektiv praksis på området.

Af samme grund indeholder mange miljøgodkendelser af virksomheder med støvemissioner meget få vilkår, der regulerer diffuse støvemissioner. Vilkår, der benytter en formulering som for eksempel ”Virksomheden må ikke give anledning til støvgener, som efter tilsynsmyndighedens opfattelse er væsentlig”, er meget udbredte. Den stigende fokus der i de sidste mange år har været på støvgener - specielt hvor naboer har klaget over støvgener - har imidlertid medvirket en udvikling imod bedre og mere gennemarbejdede vilkår om diffuse støvemissioner.

I bilag C er vedlagt eksempler på vilkår for diffuse støvemissioner. Eksemplerne er hentet fra nyere miljøgodkendelser af danske virksomheder.

3.1.2 Principper for opstilling af vilkår om diffust støv

Driftsvilkår skal være tilpasset den enkelte virksomhed og de aktiviteter, der kan medføre diffus støvemission. Da et utal af forskellige aktiviteter og processer kan forårsage diffus støvemission, er det ikke muligt at opstille et sæt standard driftsvilkår, som kan anvendes alle steder.

Relevante vilkår om diffust støv kan spænde fra et simpelt krav om jævnlig vanding af ubefæstede arealer, til omfattende krav om indkapsling, udsugning, støvereduktion ved vanding, anvendelse af støvbindere, vindskærme, hastighedsgrænser for kørsel o.s.v.

Kravene til reduktion af diffus støvemission ved industrielle aktiviteter og oplag kan i princippet inddeles i 4 grupper:

1. Krav til udstyr og maskiner om fysiske forbedringer, f.eks. indkapsling, vindskærme, vanddyser, udsugning med rensning af luften i cykloner eller posefiltre m.v.
2. Krav til udførelse af arbejdet, f.eks. vanding og evt. anvendelse af støvbindere, rengøring og vedligeholdelse af udstyr, hastighedsbegrænsning m.v.
3. Krav om instruktion af medarbejderne.
4. Kontrolvilkår

Fælles for alle krav, der stilles i en miljøgodkendelse, er, at de skal være nødvendige, de skal være entydige, de skal kunne administreres, og de skal kunne kontrolleres. Desuden bør der være vilkår for uregelmæssigheder, og det skal angives, hvornår vilkåret er overholdt.

Kontrol af driftsvilkår foretages ofte ved, at virksomheden skal føre en driftsjournal, hvor alle væsentlige tiltag i forhold til at reducere eller undgå diffust støv indføres. Driftsvilkåret anses for overholdt, når driftsjournalen har været ført korrekt, og betingelserne i vilkårene i øvrigt er overholdt.

Grundlæggende bør alle vilkår om reduktion af diffust støv udarbejdes i tæt samarbejde med virksomheden, som dels kender anlæggene og arbejdsrutinerne, og ofte også de væsentligste støvkilder. De krævede tiltag og ændringer i arbejdsrutiner kan erfaringsmæssigt bedst gennemføres i en dialog mellem tilsynsmyndigheden og virksomheden.

Mange af de beskrevne foranstaltninger er i høj grad afhængige af de medarbejdere, der skal udføre dem. Dette gælder for alle personaleniveauer. Ledelsen bør være medspillere, som aktivt sørger for, at medarbejderne instrueres grundigt i det, der skal gøres, og ledelsen bør sikre, at det nødven-

dige tidsforbrug i den daglige arbejdsrutine er til rådighed. Medarbejderne, der skal udføre den praktiske del, skal have forståelse for vigtigheden i, at de støvreducerende foranstaltninger fungerer, og at arbejdsrutinerne udføres korrekt.

Det kan være en god ide at indføre vilkår om instruktionen af medarbejderne i de nødvendige rutiner for at minimere den diffuse støvemission og overholde miljøgodkendelsens vilkår.

Kravene om instruktion og oplæring af medarbejdere og eventuelt skriftlige instruktioner om arbejdets udførelse kan være afgørende i reguleringen af denne type aktiviteter. For eksempel bør der ved krav om vanding i samarbejde med virksomheden udarbejdes en instruks, der klart beskriver, hvordan og hvor ofte der skal vandes, og hvordan det afgøres, om hyppigheden skal sættes op, for eksempel i varme, tørre og/eller blæsende perioder, eller kan reduceres, f.eks. ved frost, stor luftfugtighed eller regnvejr.

Der kan med fordel stilles vilkår om, at virksomheden skal udarbejde en støvplan, som skriftligt redegør for følgende emner:

- Hvem der er ansvarlig for gennemførelse af planen.
- Hvad skal der gøres og hvor?
- Hvem skal gøre det, eller sørge for at det bliver gjort?
- Hvordan skal det gøres?
- Den ønskede effekt.
- Hvordan den ønskede effekt måles.

Planen bør revideres med jævne mellemrum ligesom revisionen af de årlige miljømål i et miljøledelsessystem. For virksomheder med et miljøledelsessystem, kan kravene der beskrives i støvplanen, med stor fordel indarbejdes i miljøledelsessystemet.

3.1.3 Forebyggelse af støvemission

3.1.3.1 Befæstede arealer og veje

Befæstede arealer er typisk veje eller pladser, der er asfalterede eller stenbelagte. Støvpartikler, der ligger på befæstede overflader, kan ophvirvles af vinden eller af køretøjer. Som nævnt i afsnit 1.5.3 er vindens ophvirvling – som en generel tommelfingerregel – mest betydende, når vindhastigheden er større end ca. 5 m/s /15/, mens ophvirvling på grund af køretøjer primært afhænger af køretøjets hastighed og størrelse. En meget væsentlig effekt er det undertryk, der skabes bag køretøjet, og som suger støvet op. Dette undertryk afhænger af køretøjets størrelse og hastighed, hvilket betyder, at en stor lastbil skaber et stort undertryk, der kan hvirvle meget støv op, men en personbil skaber mindre undertryk og hvirvler derfor mindre støv op. Støvemission fra befæstede arealer kan minimeres ved følgende tiltag:

- Minimering af spild på de befæstede arealer ved opstilling af vilkår for håndtering og transport af støvende materialer.
- Vask af køretøjers dæk i et hjulvaskeanlæg inden de kører ud af virksomhedens område. Herved minimeres, at støv og mudder trækkes ud på tilkørselsveje fra ubefæstede arealer.
- Jævnlig rengøring ved fejning, spuling eller ”støvsugning”. Det mest effektive er en fejmaskine med kombineret vanding, børstning og støvsugning.

- Hastighedsbegrænsning for køretøjer (se afsnit om køretøjer).
- Vindskærme (se afsnit om vindskærme)

Støvmissionen fra befæstede arealer kan reduceres med 90% eller mere /15/, dog afhængigt af de indførte tiltag og af, hvor effektivt tiltagene overholdes eller håndhæves.

3.1.3.2 Ubefæstede arealer og veje

Støvaftagelse fra ubefæstede arealer kan forårsages af de samme faktorer som for befæstede arealer, men den potentielle emission er langt større. Ud over tilførsel af fine partikler ved spild m.v., vil der ske en findeling af grovere partikler ved dækkenes påvirkning på overfladen, således at der løbende sker en "produktion" af finere partikler, der nemmere hvirvles op.

Støvmission fra ubefæstede arealer kan minimeres ved følgende tiltag:

- Vanding, d.v.s. fortløbende befugtning af overfladen med vand. Der henvises til afsnit 3.1.3.9. Gentagelse af vandingen bør altid ske forebyggende, d.v.s. inden overfladen er tørret ud og begynder at støve.
- Kemisk støvbinding i kombination med vanding. Se afsnittet "Kemisk støvbinding" .
- Bepantning af arealer der ikke anvendes. Bepantningen bør mindst være et bunddække, f.eks. græs, som kan holde på jordens fugtighed og derved hindre eller minimere ophvirvling af støv.
- Befæstning af overfladen med en fast belægning af asfalt, beton eller sten. Etablering af fast belægning er dyr, og vil ikke altid have så stor en effekt, specielt hvor spild og anden tilførsel af fint materiale ikke kan undgås. Foranstaltninger mod støvmission vil normalt altid skulle indføres, som angivet under befæstede arealer.
- Jævnlig udskiftning af det øverste lag af overfladen med nyt grus, eller bare pålægning af et ekstra lag grus, så eksisterende fint materiale fjernes eller overdækkes.
- Hastighedsbegrænsning for køretøjer (se afsnit om køretøjer).
- Vindskærme (se afsnit om vindskærme).

Ubefæstede arealer og veje kan være hovedårsagen til støvproblemer fra nærliggende befæstede arealer og veje, hvis der ikke er foranstaltninger til at hindre, at kørsel trækker støv og mudder med ud på de befæstede arealer og veje. Dette kan som nævnt minimeres ved at anvende hjulvaskefaciliteter eller ved en jævnlig og effektiv rengøring af de befæstede arealer og veje.

Vanding af ubefæstede arealer og veje kan reducere støvmissionen med mindst 70%, og ved anvendelse af støvbindere kan der opnås op mod 95% reduktion eller mere /15/. Virkningen af både vanding og kemisk støvbinding er meget afhængig af, at påføringen gentages med de rigtige intervaller.

3.1.3.3 Kørsel

Al kørsel på både befæstede og ubefæstede overflader vil mekanisk påvirke og pulverisere partikler i og på overfladen. Partikler løftes og frigives fra de rullende hjul, og overfladen påvirkes af den luft, hjulene skubber væk og de forskydningskræfter, der er mellem dæk og overflade. Specielt ved drejning vil dele af dækkene, primært på baghjulene, blive trukket hen over overfladen. Støvpartikler vil også blive suget op af det undertryk, der er bag køretøjet. Lasten på køretøjet er også en potentiel støvkilde, enten ved ophvirvling af vinden eller ved spild. Mudder og støv, der trækkes med køretøjers dæk, når

for eksempel lastbiler kører fra våde, ubefæstede arealer på virksomhedens område til befæstede tilkørselsveje, er også et potentielt støvproblem, som omtalt under afsnittet "Befæstede arealer og veje".

Støvemission fra kørsel kan reduceres med følgende foranstaltninger:

- Hastighedsbegrænsning. Jo lavere hastighed jo mindre støv vil blive hvirvlet op. I New Zealand anvendes ofte en hastighedsgrænse på 10 – 15 km/t /15/.
- Begrænsning af fyldning af lastbiler med støvende produkter for at undgå spild.
- Overdækning af lasten med presenning eller anvende lukkede beholdere.
- Minimering af køreafstande ved planlægning og placering af anlæg og aktiviteter.
- Anvendelse af vaskeanlæg til rengøring af hjul eller hele køretøjer, specielt ved udkørsel fra ubefæstede arealer/veje.
- Begrænsning af kørsel til nødvendig arbejdskørsel.

Hastighedsbegrænsning for kørsel har stort set en lineær effekt på støvemissionen /15/, d.v.s. at hvis hastigheden halveres, så halveres støvemissionen også. De andre tiltag kan også have stor effekt på støvemissionen, men den vil afhænge af de konkrete forhold på den enkelte virksomhed.

Lastbiltrafikken på vejene omkring virksomheden kan medføre ophvirvling af støv, og dermed give gener for beboere tæt på vejen. Dette kan i nogle tilfælde være vejstøv fra ubefæstede rabatter, og ikke støv direkte fra virksomhedens aktiviteter, men forårsaget blandt andet af trafikken til og fra virksomheden. Dette kan reduceres ved indførsel af lavere fartgrænse og ved at undgå ubefæstede rabatter, for eksempel ved at have græs eller fast belægning i stedet for grus. Det bør undgås, at støvet trækkes med ud fra virksomheden og afsættes på tilkørselsveje, som angivet under afsnit 3.1.3.1.

3.1.3.4 Oplag i bunker

Oplag i bunker, der indeholder fint materiale, kan jf. afsnit 1.5.3 give en betydende støvemission, når vindhastigheden er større end ca. 5 m/s. Støvemission kan også forekomme, når materiale fyldes op i bunken, med transportør, læssemaskine eller på anden måde.

Mulighederne for støvemissionsbegrænsning omfatter:

- Befugtning af overfladen ved sprinkling med vand.
- Anvendelse af kemiske støvbindere, enten for at danne en langtidsholdbar, hård skorpe, eller binde overflade så det nødvendige behandlingsinterval forlænges i forhold til sprinkling med vand.
- Minimering af faldhøjden fra transportør eller anden aflæsning. Justering af faldhøjden fra en transportør kan udføres automatisk efter en detektion af afstanden til toppen af bunken, men det forudsætter naturligvis, at transportørens højde kan reguleres.
- Beplantning på bunker der langtidslagres, f.eks. visse kuloplag.
- Opstilling af vindskærme. Vindhastigheden nær bunkens overflade er den vigtigste faktor for ophvirvling af partikler. En lang ubrudt skærm er det mest effektive, men undersøgelser har vist, at en skærm, der kun er 50% tæt, er næsten ligeså effektiv /15/.

- Begrænsning i højde og hældning på oplagsbunken kan reducere vindophvirvling. F.eks. vil en flad bunke blive udsat for mindre vindturbulens, end en høj kegleformet bunke. Effekten af andre forhold bør også overvejes, f.eks. er det muligt at reducere vind-effekten, ved at holde oplagsbunken lavere end eventuelt omgivende støjvolde, eller overkanten af en eventuel udgravning.
- Placering af aflange bunker i forhold til den fremherskende vindretning. Ophvirvlingen af støv er mindst fra aflange bunker, der er placeret parallelt med vindretningen, og størst når den er vinkelret på.
- Overdækning af lageret. Dette er en forholdsvis dyr løsning, som kun bør overvejes for meget støvfølsomme lokaliteter og ved oplag af meget fine materialer med et stort støvgenepotentiale. En egentlig overdækning i form af en lagerhal kan medføre arbejdsmiljøproblemer og i visse tilfælde en forøget brandrisiko, og i så tilfælde bør det overvejes at benytte en silo.

Vindskærme kan laves af mange materialer, og de fleste typer støjskærme vil også kunne fungere som vindskærme. Desuden kan der anvendes naturlige materialer, som flethegn på stolper eller et bælte af træer. Anvendes træer som skal nyplantes, vælges typisk en hurtigt voksende type som for eksempel pil.

3.1.3.5 Transportører

Støvemission fra transportører kan ske ved vindophvirvling og ved føde-, tømme- og omlæsningspunkter. Desuden kan partikler føres med vinden, hvis der drysser fint materiale fra returløb af gummibånd.

Mulighederne for støvemissionsbegrænsning omfatter:

- Befugtning af det støvende materiale med vandtåge, specielt ved føde-, tømme- og omlæsningspunkter.
- Minimering af faldhøjden ved føde-, tømme- og omlæsningspunkter.
- Jævnlig rengøring hvor der spildes materiale fra transportøren, specielt ved føde-, tømme- og omlæsningspunkter.
- Effektiv rengøring for at reducere drysning fra båndet under returløb af transportbånd. Dette kan gøres ved børstning og eventuelt støvsugning efter udtømning.
- Opsætning af vindskærme, specielt omkring føde-, tømme- og omlæsningspunkter.
- Indkapsling af transportøren (både af over- og underside).

3.1.3.6 Håndtering af materiale

Håndtering af materialet med frontlæssere og krangrab er væsentlige potentielle støvkilder. Støvemission sker primært, når materialet aflæsses, uanset om det er til et køretøj, en bunke eller fødekasse til en transportør eller maskine, men der kan også være væsentlige spild under kørsel med materialet. Tilsvarende kan støvemission forekomme ved fyldning af køretøjer fra en fødekasse.

Disse støvkilder kan bedst håndteres ved:

- Minimering af faldhøjden under tømning.
- Jævnlig rengøring for spild i de påvirkede områder.

- Anvende krangrabbe, der er lukkede i toppen, og som holdes i god stand, så de lukker tæt.
- Størrelsen af fødekasser skal tilpasses størrelsen af grabbe, der føder den, så overfyldning undgås.
- Opførelse af vindskærme omkring aflæsningssteder.

3.1.3.7 Vind og vindskærme

Vind er en meget væsentlig faktor for støvemissionen fra mange aktiviteter. Virkningen kan delvist dæmpes ved at anvende vindskærme. Det er også muligt at udnytte omgivelsernes typografi og eventuelle støjskærme til at placere aktiviteter og oplag, efter hvor der er mest læ for vinden.

Ved meget støvende aktiviteter i følsomme områder, hvor vinden har stor betydning for støvbelastningen, kan aktiviteterne begrænses og/eller helt stoppes ved kraftig vind, eventuelt i kombination med vindretningen. Det forudsætter opstilling af en vejrstation med måling af vindretning og vindhastighed, samt entydige grænser for, hvornår hvilke begrænsninger i aktiviteterne skal indføres.

Tabel 8 viser hollandske retningslinier /30/ for, at støvgener fra udendørs transport, indfødning og udtømning skal forhindres ved at indstille aktiviteterne afhængigt af støvets art og de gældende vindforhold.

Tabel 8. Hollandske retningslinier for regulering af udendørs håndtering af støvende materiale under forskellige vindforhold.

Materiale, støvklasse:	Udendørs transport, indfødning og udtømning af materialet skal indstilles, når vindhastigheden er:
Meget støvende og svært befugtlig. Meget støvende og befugtlig.	≈8 m/s (moderat brise)
Moderat støvende og svært befugtlig.	≈4 m/s (stærk brise)
Moderat støvende og befugtlig. Ikke eller kun lidt støvende.	≈0 m/s (frisk kuling)

Klassificeringen er baseret på materialernes tilbøjelighed til at støve, samt deres evne til at blive befugtet med vand. Klassificeringen omfatter ikke oplagring og håndtering af giftige og/eller reaktive materialer, da de altid skal håndteres i lukkede systemer.

Det er ikke nærmere defineret, efter hvilke specifikke kriterier de hollandske myndigheder klassificerer et støvende materiale.

Et eksempel på et vilkår i en dansk miljøgodkendelse, hvor der er givet driftsforbud ved overskridelse af en bestemt vindhastighed, fremgår af bilag C (eksempel 3, vilkår B8).

3.1.3.8 Faste anlæg og udstyr

Dette omfatter udstyr som sigteanlæg, knusere, shreddere, tørreanlæg og andet procesudstyr. Disse anlæg må betragtes som punktkilder, hvor støvemissionen primært skal begrænses ved hensigtsmæssig udformning af udstyret med indkapsling og afskærmning, eventuelt kombineret med udsugning af luft, som renses i cykloner, venturiskrubber eller posefilter.

Støvreducerende foranstaltninger på faste anlæg og udstyr vil typisk være:

- Indkapsling så fine partikler følger materialestrømmen.
- Afskærmning af åbninger, evt. med fleksible gummiforhæng.
- Punktudsugning af støvholdig luft, som renses i cykloner, venturiskrubber eller posefilter.
- Vandtågespray i åbninger og/eller vanding af materialet, kan supplere, reducere eller erstatte behovet for udsugning.
- Minimering af faldhøjden under tilførsel af materiale og ved afgang af produkt(er).

Støvemissionen fra faste anlæg kan ofte næsten helt elimineres fra selve forarbejdningsprocessen. Håndtering af støvemissioner fra tilgang og afgang af materialer og produkter vil svare til beskrivelserne under "Transportører" og "Håndtering af materiale".

3.1.3.9 Vanding og kemisk støvbinding

Vanding

Vand er et effektivt og billigt middel til at binde støvpartikler og til at reducere den diffuse støveemission fra mange forskellige slags kilder. Virkningen er dog normalt kun til stede, så længe materialet er fugtigt, og derfor kan virkningen i varme sommerperioder forsvinde på få timer.

For at få den optimale virkning af vand som støvbinder, skal det både påføres i rigtig mængde med gentagelse med optimalt tidsinterval. Desuden skal vandet tilføres på den rigtige måde, afhængigt af det støvende materiale. Anvendes for meget vand, kan det medføre, at støvproblemet eksporteres til områder længere væk, fordi "mudder" klæber til køretøjernes hjul, hvorved det kan bringes med ud fra området, jf. afsnittet "Befæstede arealer og veje".

Vanding af ubefæstede veje og arealer vil normalt ske med en simpel vandvogn med et system af relativt grove dyser eller vandspredere til at fordele vandet. Der bør ikke tilføres så meget vand, at der dannes store vandpytter, som nemt bliver til mudderhuller. Hyppigere vanding med mindre vandmængde giver et bedre resultat end færre vandinger med meget vand.

Vanding af oplag i bunker, vil normalt ske via et system af sprinklere omkring og på oplagsbunken. Kontinuert sprinkling er normalt ikke nødvendig, så længe overfladen altid holdes fugtig. Før overfladen lov at tørre helt ind, kan en effektiv befugtning være vanskelig at genoprette.

Sprinkling i forbindelse med håndtering og arbejdsprocesser kan ske med finere dyser, som giver en finere forstøvning i form af en vandtåge. Med en vandtåge med mindre væskepartikler kan der opnås en mere effektiv befugtning med et mindre vandforbrug, hvilket kan være vigtigt, specielt for materialer der ønskes bibeholdt så tørre som muligt.

Kemisk støvbinding

Tilsætning af kemikalier kan væsentligt reducere den diffuse støvemission, specielt fra ubefæstede veje og arealer.

Da de kemiske bindere skal spredes på åbne arealer skal det sikres, at brugen af kemiske støvbinder ikke medfører risiko for grundvandsforurening, enten som følge af de aktive bestanddele i produktet eller på grund af urenheder.

Grundvandsinteresser kan begrænse eller helt udelukke anvendelse af støvbindere. Dette er forekommet i for eksempel grusgrave.

De anvendelige kemikalier kan inddeles i 6 grupper, efter deres kemiske sammensætning og den måde de virker på:

1. Overfladeaktive stoffer.
Kemikalier der reducerer vandets overfladespænding, som bevirker, at vandet meget lettere befugter partiklernes overflade, og får dem til at klumpe sammen.
2. Salte.
Hygroskopiske (d.v.s. vandsugende eller vandbindende) salte, som absorberer vand, når den relative fugtighed er større end ca. 50%. Fordi saltene er vandopløselige, vaskes de efterhånden væk med regnvand. Salte såsom magnesiumklorid og calciumklorid kan benyttes til dette formål.
3. Emulsioner af harpiks eller mineralolie.
Ikke vandopløselige organiske stoffer, som er emulgeret i vand. Når emulsionen sprayes på jorden, klæber det støvpartiklerne sammen og kan danne en hård skorpe. Flere emulsionsprodukter er baseret på naturligt harpiks fra træer eller mineralolieprodukter.
4. Polymerer.
Langkædede molekyler som binder de små partikler sammen i større klumper. Polymerer kan virke på flere forskellige typer partikler i forhold til emulsioner indeholdende harpiks og mineralolie.
5. Bitumen.
Bitumen eller andre olieprodukter, der virker ved at klistre støvpartiklerne sammen.
6. Lignin (lignosulfonater).
Restprodukt fra papirmassefremstilling, som tilføres som en vandig opløsning, der giver et klistret men vandopløseligt lag på ubefæstede arealer.

For at virke ordentligt, skal de fleste støvbindere tilføres med regelmæssige mellemrum, som kan være uger eller måneder.

Støvbindernes effektivitet på køreveje, afhænger af overfladebelægningens art og tilstand, materialets sammensætning, tilførselshyppighed, trafikbelastning, køretøjernes vægt, og vejrforhold som nedbørsmængder, temperatur og luftfugtighed.

Støvbindere er mest anvendt til at binde støv på ubefæstede veje og arealer, men kan i nogle tilfælde også anvendes ved håndtering, transport og oplag af støvende materialer. Anvendelsen af materialerne vil ofte sætte en begrænsning for hvilke støvbindere, der kan anvendes, og i nogle tilfælde (for eksempel cement og mel) helt udelukke anvendelse af både vand og støvbindere. Ved oplag og håndtering af brændsler som for eksempel kul og biomasse, kan organiske støvbindere være at foretrække, da de vil blive brændt.

3.2 Metoder til kontrol: måling af støvfald omkring diffuse kilder

Der har i Danmark i de seneste 25 år været benyttet en række forskellige metoder til måling af støvfald i tilfælde, hvor der har været risiko for støvgener omkring støvende aktiviteter. I enkelte tilfælde, hvor der har været en risiko for en væsentlig forøgelse af det samlede indhold af svævestøv i omgivelserluft, har målemetoder til bestemmelse af TSP (total svævestøv) været inddraget. Såfremt der af tilsynsmyndighederne var fremsat krav til det maximale støvfald i omgivelserne – f.eks. i form af grænseværdierne fra TA-Luft /31/ - har der naturligvis været lagt vægt på, at metoden gjorde det muligt at sammenligne med de stillede kravværdier. Endvidere har det været væsentligt, at udstyret kunne sandsynliggøre de deponerede partiklers oprindelse. Dette har været gjort på forskellige måder. Kildestyrken har blandt andet været vurderet ved

- at sammenligne det målte støvfald med meteorologiske parametre, herunder især vindretninger
- at sammenligne støvfaldspartiklers morfologi ved hjælp af lysmikroskopi og under brug af referencematerialer
- at udføre en kemisk analyse af partiklernes bestanddele (for eksempel for indhold af grundstoffer ved PIXE (protoninduceret røntgen emissions-spektrometri) eller scanning elektronmikroskopi). Det kemiske "fingeraftryk" kan derefter sammenlignes med referencematerialers sammensætning.

3.2.1 Bulk samplere og vindretningsbestemte metoder

Støvfald har typisk været målt med bulk samplere – d.v.s. med opsamlere, der er åbne i hele måleperioden, og derfor måler depositionen af partikler uanset vindretninger, og uanset om der er tale om våd- eller tørdeposition. Af hensyn til vurderingen af partiklernes oprindelse bør bulk samplere benyttes med en så lav tidsopløsning som muligt. Traditionelle bulk opsamlingsmetoder kræver typisk, at opsamlingen foregår over mindst 14 dage, for at der er opsamlet nok stof til den efterfølgende gravimetrisk analyse. De enkelte episoder, hvor støvfald medfører gener, sker sjældent over mere end et par døgn ad gangen på grund af skiftende vindforhold. Derfor vil støv, opsamlet med traditionelle bulk metoder, næsten aldrig bestå af partikler fra en bestemt vindretning, og det vil ud fra resultatet være meget vanskeligt at fastlægge, om en eventuelt forhøjet værdi skyldes en bestemt kilde.

Princippet for opsamling med bulk samplere er, at luftbårne partikler deponeres i en beholder, som passivt opsamler sedimenterende støv, jf. figur 10. De sedimenterede partikler bindes til en opsamlingsvæske i beholderen. Opsamlingsvæsken består af demineraliseret vand, der er tilsat et algehæmmende middel (typisk methoxyethanol eller kobbersulfat). Ved den efterfølgende analyse skelnes der mellem den fraktion af støvfaldet, der under opsamlingen er blevet opløst i vand (=opløseligt støvfald), og den fraktion der ikke er opløst i vand (= uopløseligt støvfald). Uopløseligt støvfald bestemmes ved filtrering af partiklerne i opsamlingsvæsken, og opløseligt støvfald bestemmes ved inddampning af det resterende filtrat. Såfremt der er tilsat et algehæmmende middel, der ikke fordampes under inddampningen (for eksempel kobbersulfat), skal der ved bestemmelse af den opløselige fraktion korrigeres for indholdet af det algehæmmende middel.

Figur 10. Eksempel på udstyr til støvfaldsopsamling: Måling med traditionel opsamlingsbeholder efter /35/ th., og efter klæbefoliemetoden efter /38/ tv.



Metoder til støvfaldsmåling kan have til formål at kvantificere støvfaldet og/eller at karakterisere de sedimenterede partikler.

Principperne for de mest udbredte metoder til *kvantificering* af støvfald er vist i tabel 9. Der er her skelnet mellem "bulk sampling" metoder, og vindretningsbestemte metoder. Fordele og ulemper forbundet med de enkelte metoder er vurderet.

Med bulk samplere bør der typisk foretages målinger omkring kilden i minimum 3 positioner, herunder en referenceposition, og der bør samtidig foretages målinger over længere tidsrum (flere måneder) for at opnå tilstrækkelig sikkerhed for, at målingen er repræsentativ.

Vindretningsbestemte metoder omfatter metoder, der opsamler støv fra givne vindretninger og dermed kan bestemme den samlede mængde støv, der deponeres under vinde fra en given kilde.

Mikroskopering af sedimenterede partikler lader sig gøre ved udtagning af prøver fra særlige områder, hvor der er en formodning om et forøget nedfald af støv, eller ved mikroskopering af partikler opsamlet som oven for beskrevet. Uopløselige dele af støvfaldet såsom træstøv og kulstøv kan i visse tilfælde karakteriseres ud fra en mikroskopering efter opsamling med bulk samplere. De uopløselige partikler kan mikroskoperes efter, at de opsamlede partikler i bulk samplersens opsamlingsvæske er filtreret i laboratoriet på et passende filter. Ulempen ved brug af de traditionelle bulk samplere er den forholdsvis lange opsamlingstid på 2-4 uger. Jo længere opsamlingstid, jo mere "støj" i form af partikler fra vidt forskellige vindsektorer. Det er som et alternativ muligt at benytte fangplader af klæbefolie til opsamling over kortere tidsrum, jf. tabel 9. Klæbefolier er et bedre opsamlingsmedie, hvis mikroskopering skal foretages. Ulempen ved klæbefolier er, at deres opsamlingseffektivitet nedsættes, når de udsættes for regnvand.

3.2.2 Usikkerhed på målemetoder

Ud fra præcisionen bestemt ved parallelmålinger i felten vurderer dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ måleusikkerheden ved bulk sampling efter NS4852 (ISO/DIS 4222.2) til at være $\pm 30\%$. Australske undersøgelser har

vist, at parallelmåling med bulk sampler over 12 måneder efter AS3580.10.1 giver en overensstemmelse for uopløseligt støvfald på $\pm 20\%$ /51/.

Måleresultater af de enkelte bulk opsamlingsmetoder kan afvige relativt meget alt efter, hvilken standard man følger. Dette er vist i en undersøgelse beskrevet af Laskus /32/. Samme tyske undersøgelse konkluderer også, at de enkelte bulk metoders præcision – det vil sige tilfældige spredning, der findes mellem to parallelle målinger med samme metode – er af størrelsesordenen $\pm 30\%$ for summen af uopløseligt og opløseligt støv.

3.2.3 Placering af målesteder

Placeringen af udstyret er særdeles afgørende for resultatet. Udstyr til støvfaldsmåling skal placeres på en horisontal flade, hvorfra genophvirvling af støv ikke kan ske, selv under ekstreme forhold. Afstanden til nærmeste objekt skal være mindst 5 meter, og vinkelen mellem toppen af støvfaldsopsamleren og toppen af objektet må være højst 30° /35/. Genophvirvling af støv fra f.eks. vejbelægninger kan give anledning til forhøjet støvfald. Af samme grund anbefales størst mulig afstand fra bygninger m.v. Clayton og Davis /33/ påpeger, at afstanden fra nærmeste bygning i læside skal være mindst 5 gange bygningshøjden ved måling af partikler, hvis forhøjede resultater som følge af recirkulation skal undgås.

Tabel 9. Oversigt over metoder til bestemmelse af støvfald: Metodebeskrivelse, fordele og ulemper.

Opsamlingsprincip	Metode	Standard/reference	Beskrivelse	Fordele	Ulemper
Bulk sampling	Åben, cylindrisk beholder af PE. Lysning 200 mm	ISO/DIS 4222.2 (1980) /34/	Koncentrationen af støvfald måles ved passiv opsamling i en åben cylindrisk beholder. Partikulært materiale fra luften opsamles ved sedimentation, turbulent afsætning eller med nedbør. Opsamlingsvæske i beholderen fastholder de opsamlede partikler. Opsamlingstiden er typisk 2-4 uger.	Enkel og billig metode til måling af det samlede nedfald af støv, d.v.s. under alle vindretninger.	Standarden er aldrig blevet færdiggjort i ISO-regi, angiveligt af finansielle grunde. ISO/DIS 4222.2 benyttes dog stadig f.eks. i New Zealand som referencemetode til kontrolmåling omkring støvende oplag /15/. Kan ikke skelne mellem støv, der bringes med vind fra kilden og støv fra andre vindretninger.
	Åben, cylindrisk beholder af PE. Lysning 200 mm	NS 4852 (1981) /35/	Identisk med ISO/DIS 4222.2	En enkel og billig metode til måling af det samlede nedfald af støv, d.v.s. under alle vindretninger.	
	Åben tragt af glas. Lysning 315 mm	BS 1747: Part 1 (1969) /36/	Partiklerne opsamles i en tragt, og partiklerne skylles med regnvand ned i en underliggende opsamlingsflaske.	Enkel og billig metode til måling af det samlede nedfald af støv, dvs. under alle vindretninger. Opsamlingsflasken er i forhold til den åbne beholder, der bruges efter ISO og NS standarderne, enkel at lukke og transportere efter eksponering.	Skylning til flaske vil alt andet lige medføre større usikkerhed på resultatet.
	Åben beholder af glas eller plast. Lysning 95 mm	VDI 2119, Bl. 2 /37/	Opsamlingsprincippet er identisk med ISO/DIS 4222.2 og NS 4852, men opsamlingsbeholderne er noget mindre (lysningsdiameter 95 mm mod 200mm for ISO og NS standarderne). En afgørende forskel er, at VDI 2119/9 foreskriver, at hele opsamlingsvæsken inddampes efter eksponering, hvorved den analyserede støvmængde altid vil udgøres af summen af uopløseligt og opløseligt støv.	Enkel og billig metode til måling af det samlede nedfald af støv, d.v.s. under alle vindretninger.	Skelner ikke mellem uopløseligt og opløseligt støv.
Bulk sampling	Klæbefolie. Størrelse 65mm x 65mm.	VDI 2119, Bl. 4 /38/	Støvfald opsamles ved vedhæftning på en klæbefolie. Partiklerne deponeres og vedhæftes på et transparent "fluepapir". Klæbefolien eksponeres som regel over 7 dage.	Enkel og billig metode til måling af det samlede nedfald af støv, d.v.s. under alle vindretninger. Kan med fordel benyttes i tilfælde, hvor partiklerne ønskes beskrevet ved mikroskopering. Kan bruges til måling over kort tid (ned til 24 timer) ved kampagnemåling omkring støvende oplag.	Effektiviteten nedsættes væsentligt under nedbør. Dette kan undgås ved placering i et specielt designet beskyttelseshus. Hvis beskyttelseshus benyttes, skal opsamling ske via vertikale åbninger, hvilket kan nedsætte opsamlingseffektiviteten.

Opsamlingsprincip	Metode	Standard/reference	Beskrivelse	Fordele	Ulemper
	Frisbee-metode. Omvendt Frisbee, diameter 227 mm.	/39/	Støvfald opsamles i en "omvendt frisbee" på en skumplade af PUR, hvor de uopløselige partikler tilbageholdes. Vandopløselige partikler skylles igennem skumlaget og føres til en opsamlingsbeholder. Skumpladen føres til laboratoriet, hvor de opsamlede partikler analyseres gravimetrisk ved skyling, filtrering og vejning.	Forholdsvis enkel og billig. Målemetoden påvises at være 36% mere effektiv i forhold til BS 1747, Part 1, d.v.s. metoden giver noget højere resultater end denne metode. Det kan diskuteres, om dette er en ulempe eller en fordel, da den "sande" værdi ikke kendes ved måling i felten.	Kan give afvigende resultater i forhold til andre bulk opsamlingsmetoder.
Vindretningsbestemt opsamling	"CERL opsamler"	BS 1747, Part 5 /40/	CERL opsamleren består af 4 cylindriske opsamlingsrør af 0,75 m længde, der står på samme position og opsamler støvfald via vertikale åbninger, der vender mod hver sit verdenshjørne. I bunden af hver af cylindrene sidder en opsamlingsbeholder, der efter endt eksponering regnes for at have opsamlet støvfald fra den retning, som åbningen peger imod.	Enkel og billig metode.	Da opsamlingen foregår via vertikale åbninger, vil opsamlingshastigheden være forskellig i forhold til den traditionelle opsamling via horisontale åbninger. Samtidigt kan partikler på grund af turbulens afsættes i den modsat rettede åbning på CERL opsamleren. Dette kan give afvigende resultater /41/.
Vindretningsbestemt opsamling	"METDUST"	/27/	"METDUST" er en dansk udviklet støvfaldsopsamler, der består af to traditionelle opsamlingsbeholdere (f.eks. i.h.t. NS 4852). Den ene af de to beholdere betegnes "K" og opsamler støvfald, når vinden kommer fra kilden. Den anden beholder betegnes "B" og opsamler støv, når vinden kommer fra alle andre vindretninger. Dette gøres ved, at et låg alt efter den aktuelle vindretning befinder sig enten på beholderen "K" eller "B". Dermed opnås en måling af støvfald fra henholdsvis kilden og fra alle andre vindretninger. Låget styres af en motor, som aktiveres ud fra en vindretningsmåling.	Metoden anvender de samme opsamlingsbeholdere som angivet i NS 4852 og ISO4222.2, og vil derfor i henhold til de givne standardmetoder specifikt kunne opsamle det støv, der deponeres under vinde fra kilden.	Kræver opsætning af meteorologimast med vindretningsmåler ved siden af samleren. Kræver 220V eller 24 V batteriforsyning.

4 Forslag til grænseværdi

4.1 Kriterier for fastsættelse af en grænseværdi for støvfald

Der kan i forbindelse med fastsættelse af grænseværdier for luftforurening principielt skelnes mellem tre forskellige kriterier:

- grænseværdier til beskyttelse mod sundhedsfare
- grænseværdier til beskyttelse mod belastninger af økosystemer
- grænseværdier til beskyttelse mod væsentlige gener.

Dette projekt omhandler fastsættelsen af en grænseværdi til beskyttelse mod gener i omgivelserne – nærmere betegnet gener, der er en følge af nedfaldet af synligt støv i omgivelserne. Grænseværdien baseres på en vurdering af danske erfaringer med forekomsten af gener omkring støvende oplag. For en gennemgang af data for forekomsten af støvfald under danske forhold henvises til afsnit 2.

Der har endvidere været Miljøstyrelsens ønske, at en grænseværdi for nedfald af støv så vidt muligt fastlægges som et maximalt bidrag fra den enkelte virksomhed, i lighed med princippet for B-værdier i øvrigt.

I tilfælde, hvor der er tale om nedfald af sundhedsskadeligt støv – som for eksempel tungmetalholdigt støv – bør der anvendes stofsPECIFICKE grænseværdier. Det skal nævnes, at der for få år siden i Tyskland er fastsat grænseværdier for depositionen af metallerne arsen, bly, cadmium, nikkel, kviksølv og thallium, og disse grænseværdier er fastsat ud fra hensynet til beskyttelse af jord /42/. En oversigt over de tyske grænseværdier for tungmetaldeposition er vist i bilag A. Depositionen af tungmetaller i danske baggrundsområder overvåges af DMU i EMEP-programmet, som siden slutningen af 1980'erne har omfattet måling af tungmetalnedfaldet i Danmark /21/. Der er eksempler på, at de tyske grænseværdier for deposition af bly har været anvendt i Danmark. f.eks. i området omkring anlæg til knusning og smeltning af metalskrot. Der er endvidere enkeltstående eksempler på, at depositionen af sundhedsskadelige stoffer som f.eks. PAH i støv fra knust genbrugsasfalt og dioxin i røgpartikler fra affaldsforbrænding /43/, og dioxiner, PAH og PCB i røgpartikler fra særlige tilfælde af brand har været undersøgt i Danmark.

Der er i dette projekt ikke taget hensyn til eventuelle sundheds- og miljøskader som følge af nedfald af partikler. Projektet omfatter udelukkende gennemæssige følger i form af synligt, deponeret støv.

4.2 Udenlandske grænseværdier.

Der findes flere eksempler på udenlandske grænseværdier for nedfald af støv til beskyttelse mod gener. En oversigt er vist i tabel 10. De nyere australske og new zealandske grænseværdier vurderes særdeles relevante for projektet og beskrives derfor særskilt i det følgende.

Tabel 10. Udenlandske grænseværdier.

(*) Summen af uopløseligt og opløseligt støv, alle andre værdier som uopløseligt støv.

Land	Grænseværdi		Ref.	
	Midlingstid/kriterie	g/m ² /døgn		
Argentina	Årsmiddelværdi	0,333	44	
Australien	Årsmiddelværdi	0,133	45	
Australien (West)	Hvor gener opleves	0,133	44	
	Hvor der er en uacceptabel forringelse af luftkvaliteten	0,333		
Australien (New South Wales): Forslag til ny grænseværdi omkring træspåner, kompost o.l. organisk oplag	Årsmiddelværdi – maksimalt bidrag fra kilden	Bolig-områder	Andre områder	46
	Hvor baggrundsniveauet af støvfald er: 0,067	0,067	0,067	
	Hvor baggrundsniveauet af støvfald er: 0,100	0,033	0,067	
	Hvor baggrundsniveauet af støvfald er: 0,133	0,000	0,033	
Canada (Alberta)	Årsmiddelværdi	0,180	44	
Canada (Manitoba)	Årsmiddelværdi	0,153	44	
	Højeste acceptable	0,266		
	Højest ønskelige	0,200		
Canada (Newfoundland)	Årsmiddelværdi	0,153	44	
	Månedsmiddelværdi	0,233		
Canada (Ontario)	Årsmiddelværdi	0,170	44	
	Månedsmiddelværdi	0,200		
Finland	Årsmiddelværdi	0,333	44	
New Zealand	Maximalt bidrag fra kilden over en måned, ud over aktuelt baggrunds niveau	0,133	15	
Tyskland	Årsmiddelværdi	0,350 (*)	31	
	Max. månedsmiddelværdi	0,650 (*)		
Spanien	Årsmiddelværdi	0,200	44	
Schweiz	Årsmiddelværdi	0,200 (*)	47	
USA (Kentucky)	Årsmiddelværdi	0,196	44	
USA (Louisiana)	Årsmiddelværdi	0,262	44	
USA (Maryland)	Årsmiddelværdi	0,183	44	
USA (Mississippi)	Månedlig gennemsnit (hvor denne er over baggrundsværdien)	0,175	44	
USA (Montana)	Årsmiddelværdi (boligområder)	0,196	44	
USA (New York)	Månedlige værdier over et år skal være overholdt i mere end 50% af tiden	0,100	44	
	Månedlige værdier over et år skal være overholdt i mere end 84% af tiden	0,130		
USA (North Dakota)	Kvartalsgennemsnit	0,196	44	
USA (Pennsylvania)	Årsmiddelværdi	0,267	44	
	Max. månedsmiddelværdi	0,500		
USA (Washington)	Årsmiddelværdi	0,183	44	
USA (Wyoming)	Max. månedsmiddelværdi	0,170	44	
Østrig	Årsmiddelværdi	0,210 (*)	48	

Der er ikke på nuværende tidspunkt fastsat grænseværdier for støvfald i Sverige og Norge.

En reduktion af grænseværdierne for støvfald i Tyskland vurderes ifølge TA-Luft /31/ at være vanskelig at gennemføre i alle delstatsområder. TA-Luft vurderer endvidere, at hvis der skal ske en yderligere reduktion af niveauerne for støvfald i Tyskland, skal man ved siden af en reduktion af emissionen af støv fra primære kilder også reducere sekundære støvemissioner ved at

anlægge græsarealer o.l. for at hindre genophvirvling omkring kilder til støvfald.

I New Zealand og i Australien (New South Wales) er der som vist i tabel 10 gældende grænseværdier for nedfald af støv omkring områder, hvor der foregår støvende industrielle aktiviteter såsom åbne miner, hvor der indvindes kul m.v. Disse grænseværdier har til formål at beskytte mod gener og adskiller sig fra de øvrige landes grænseværdier ved, at de sætter krav til det højest accepterede bidrag af støv fra virksomheden. Disse grænseværdier drøftes nærmere i det følgende.

Tabel 11 viser vejledende grænser for støvemissioner fra diffuse kilder, indført i New Zealand i 2001.

Tabel 11. Grænseværdier i New Zealand for nedfald af støv /15/ (uopløseligt støv (note 1)).

Støvtype	Grænse, der generelt udløser gener ("Trigger level", note 2)	Kriterie	Målemetode
Støvfald	0,133 g/m ² /døgn (4 g/m ² /måned)	Maximal forøgelse af baggrundsniveau (månedsmiddel)	ISO DIS 4222.2 (note 3)
Total svævestøv (TSP)	80 µg/m ³	Døgnmiddel. Gælder for følsomt område	High Volume Sampling
	100 µg/m ³	Døgnmiddel. Gælder for "moderat følsomt område"	
	120 µg/m ³	Døgnmiddel. Gælder for ufølsomt område.	

TSP (Total Suspended Particulate) vurderes ikke at være en anvendelig parameter til regulering med det formål at beskytte mod gener på grund af nedfaldet af synligt støv i omgivelserne. Svævestøv er reguleret i Danmark via EU's grænser for PM₁₀ (50 µg/m³ som maximal 24 timers middel, der ikke må overskrides mere end 25 gange pr. år, og 40 µg/m³ som maximal årsmiddel). Endvidere har Miljøstyrelsen fastsat et maksimalt bidrag fra enkeltvirksomheder til koncentrationen af PM₁₀ i omgivelserne på 0,08 mg/m³. Dette er B-værdien for inert støv mindre end 10µm /52/. For synligt støv, der deponeres ved støvfald i omgivelserne, vurderes PM₁₀ i de fleste tilfælde at udgøre end mindre væsentlig fraktion, og i denne forbindelse vurderes TSP at være en mere relevant parameter til kontrol af støvbelastningen. For TSP har Miljøstyrelsens bekendtgørelse 836 af 1986 /49/ fastsat en grænseværdi på 150 µg/m³ som maximal årsmiddel, og 300 µg/m³ som 95 percentil af døgnmålinger over et år. Såfremt særlige krav skulle benyttes for TSP i forbindelse med støvgener omkring støvende oplag, vil det

¹ Grænseværdien i New Zealand anvendes over for støv, der er uopløseligt i vand. For støvfald fra vandopløselige støvemissioner som for eksempel emissioner fra papirfabrikker, eller mælkepulver- eller gødningsproduktion, fastsættes en grænseværdi for den givne støvtype ud fra en nærmere vurdering.

² Den newzealandske vejledning /15/ anviser, at det acceptable niveau for nedfaldet af støv kan variere mellem 0,067g/m²/døgn – 0,133 g/m²/døgn alt efter, om der er tale om et følsomt eller ikke-følsomt område, og om der er tale om støv, der er særligt synligt som for eksempel kulstøv.

³ ISO-DIS 4222.2 er identisk med NS4852 (NILU bulk opsamlere), som benyttes hyppigst i Danmark

være væsentligt, at kontrolmetoden ændres fra den danske LVS metode (Low Volume Sampling) (som skal bruges til TSP måling i Danmark jf. /49/) til en HVS-metode (High Volume Sampling), idet LVS i modsætning til HVS ikke opsamler partikler, der er større end $10\ \mu\text{m} - 50\ \mu\text{m}$ /50/ (afhængig af den aktuelle vindhastighed), og da det i denne forbindelse er de største partikelfraktioner, der er relevante. Det vurderes dog under alle omstændigheder at være væsentligt mere omkostningskrævende at udføre kontrolmålinger af TSP i forhold til kontrolmålinger af støvfald. Af samme grund vurderes TSP-måling som en fremtidig kontrolmetode til kontrol omkring støvende oplag i praksis kun undtagelsesvis at kunne bruges under danske forhold. TSP-måling behandles ikke nærmere i dette projekt.

Den viste grænse for støvfald i tabel 11 benyttes til regulering omkring støvende virksomheder af de lokale new zealandske myndigheder. Anlægsspecifikke grænser for støvfald kan indføres, hvor det skønnes nødvendigt, og man gør opmærksom på, at et forhøjet støvfald af størrelsesordenen $0,067\ \text{g}/\text{m}^2/\text{døgn}$ (det vil sige det halve af det normalt anbefalede "trigger level" i New Zealand) kan medføre støvgener i visse følsomme områder /15/. Tilsvarende gøres opmærksom på, at særligt synligt støv, såsom sort kulstøv, vil medføre gener ved et lavere niveau end mange andre støvtyper.

I New South Wales i Australien har man i en årrække benyttet en grænse på $0,133\ \text{g}/\text{m}^2/\text{døgn}$ som højest tilladelige årsmiddelværdi omkring støvende oplag. Tabel 12 viser nyligt foreslåede anlægsspecifikke grænseværdier, der gælder for oplag af organisk materiale i form af kompostbunker, ubehandlet træaffald m.m.

De foreslåede grænser for bidrag fra udendørs oplag af organisk materiale i tabel 12 er ganske lave i forhold til de australske grænser for oplag i øvrigt. Dette skyldes, at organisk støv i form af træstøv, humus og lignende har en væsentligt lavere densitet i forhold til kul, grus, flyveaske og lignende. En vægtbaseret grænse for hvornår gener optræder, vil følgelig være væsentligt lavere.

Tabel 12. Grænseværdier for kompostbunker, oplag af ubehandlet træaffald og lignende organisk materiale, foreslået af de australske miljømyndigheder i New South Wales /46/ (uopløseligt støv).

Baggrunds niveau for støvfald (årsmiddelværdi) g/m ² /døgn	Maximalt accepteret bidrag ud over baggrunds niveauet gældende for udendørs oplag af organisk materiale såsom kompostbunker, ubehandlet træaffald o.l. (årsmiddelværdi) g/m ² /døgn	
	Boligområde	Andre områder
0,067	0,067	0,067
0,100	0,033	0,067
0,133	0,000	0,033

Det australske forslag til bidragsværdier vist i tabel 12 vurderes umiddelbart at være ganske restriktivt. I områder, der har en lav baggrundsbelastning, tillades et højere bidrag fra kilden, og i områder med høj baggrundsbelastning tillades et lavere bidrag. I boligområder, hvor der er et baggrundsbidrag på 0,133 g/m²/døgn, tillades ikke noget bidrag fra kilden for denne type oplag. De australske grænseværdier for støvfald kontrolleres efter opsamlings- og analysemetoder beskrevet i AS 3510.10-1 /51/. AS3510.10-1 er bulk opsamlingsmetode, der svarer til den engelske standard BS1747, Part 1 /36/, jf. afsnit 3.2.

Der er i forbindelse med litteratursøgningen ikke fundet andre tilfælde af anlægsspecifikke grænseværdier for nedfald af støv.

4.3 Forslag til en dansk grænseværdi

4.3.1 Grænseværdi som maksimalt tilladeligt bidrag fra den enkelte virksomhed

Miljøstyrelsens vejledninger /7/, /52/ fastsætter ud fra bidragsværdier (B-værdier) det maksimalt tilladelige bidrag fra den enkelte virksomhed til luften i omgivelserne.

Når der er tale om punktkilder, kontrolleres B-værdier ifølge Luftvejledningen ved en spredningsberegning efter OML-modellen, som beregner immissionskoncentrationsbidraget ud fra kendskab til emissionen fra kilden. Kontrollen af en B-værdi for nedfaldet af støv fra diffuse kilder kan ikke udføres på samme måde, da der ikke uden videre kan udføres en tilstrækkelig sikker emissionsmåling, og fordi der ikke i alle situationer kan udføres en spredningsberegning af nedfaldet af støv fra kilden.

Sideløbende med en bidragsværdi for nedfaldet af støv vil der derfor skulle indføres en metode til kontrol af, om bidragsværdien er overholdt .

Det, der skal kontrolleres, vil med en bidragsværdi være:

$$K_B = K_{TOTAL} - R \quad (I)$$

hvor

K_B = Kildens bidrag [g/m²/døgn]
 K_{TOTAL} = Summen af kildens bidrag og baggrundsbelastningen af støv i det pågældende område [g/m²/døgn]
 R = Baggrundsbelastningen i et referenceområde [g/m²/døgn].
 Støvfaldet i referenceområdet skal svare til det støvfald, der

ville have været i det pågældende område, hvis kilden ikke havde været til stede.

R er en referenceværdi, der benyttes til at vurdere baggrundsbekæftningen af støvfald i et givent område. R benyttes til at vurdere, hvor stort nedfaldet af støv ville have været i området, hvis den givne kilde ikke havde været til stede. Ideelt set bør R vurderes ved måling inden opførelsen af det støvende anlæg, eller i en periode hvor anlægget ikke er under drift. Da dette sjældent i praksis vil være muligt, er det nødvendigt at estimere R på anden måde. Alternative metoder til estimation af R gennemgås i det følgende.

I det følgende vurderes de gældende målemetoders anvendelighed som kontrolmetode til at bestemme K_B ud fra en måling af R og K_{TOTAL} .

Det vurderes ikke operationelt at bestemme K_{TOTAL} ved hjælp af bulk sampling. I den new zealandske vejledning angives muligheden for at benytte vindretningsbestemte opsamlingsmetoder, herunder den såkaldte CERL sampler, der består af 4 åbne, lodrette åbninger, der peger mod de fire verdenshjørner. Denne metode er indført som britisk standard i 1972 /53/, men metoden har kun fundet ringe udbredelse, dels fordi den opsamler støvet via lodrette åbninger i cylindriske rør, dels fordi der kan være risiko for, at partikler opsamles i åbninger, der sidder i læsiden på grund af turbulensdannelse under særlige vindforhold /54/.

dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ udviklede for Sønderjyllands Amt i 1999 en vindretningsbestemt støvfaldsmåler, der er baseret på en opsamling i traditionelle beholdere. Som beskrevet i tabel 9 åbnes og lukkes beholderne med et låg, som ved hjælp af en traditionel vindretningsmåler aktiveres, når vinden er i en forudbestemt vindsektor. Denne vindretningsbestemte opsamler produceres nu kommercielt af det danske firma Instrumatic A/S under navnet METDUST og er tilgængelig for alle. Den vindretningsbestemte måler er testet og beskrevet nærmere i /55/.

Formålet med den vindretningsbestemte opsamler er at bestemme K_{TOTAL} . Et eksempel på bestemmelse af K_{TOTAL} fremgår af afsnit 2.2.3 og 2.2.4. Det skal i den forbindelse nævnes, at K_{TOTAL} bestemmes under vindretninger fra kilden, og at det ved korrektion for R efter (I) skal sikres, at der korrigeres for en repræsentativ baggrundsværdi (jf. tabel 14). Typisk bestemmes K_{TOTAL} ved at udstyret samler støv op over 30 dage, og afhængig af hyppigheden af vindretningerne fra kilden vil der erfaringsmæssigt være opsamlet støv fra kilden i 7% -57% af tiden, svarende til 2-17 dage.

Tabel 13 sammenfatter relevante metoder til bestemmelse af K_{TOTAL} og gennemgår deres fordele og ulemper,

Table 13. Metoder til bestemmelse af det samlede bidrag af støvfald K_{TOTAL} i et område, der formodes at være belastet af nedfald af støv fra virksomheder med åbne oplag o.l.

Metode til måling af K_{TOTAL}	Fordel	Ulempe
Måling ved hjælp af traditionel bulk sampler	Simpel og billig metode.	Opsamler støv fra alle retninger, og står typisk i 30 dage (minimum 15 dage). Herved er det i praksis umuligt med sikkerhed at udpege kilden til eventuelt forhøjede støvfald. Der skal opsamles i forholdsvis mange målepunkter og over lange perioder for at opnå et tilstrækkeligt sikkert grundlag for en vurdering.
Måling ved hjælp af vindretningsbestemt opsamler METDUST	Måler kun støvfaldet under vindretninger fra kilden, og giver dermed et mål for K_{TOTAL}	Der opsamles typisk støv over 30 dage, og heraf vil der erfaringsmæssigt være opsamlet støv fra kilden i 2-17 dage. Det skal derfor accepteres, at målingen reelt udføres med kortere midlingstid end 30 dage.
Måling ved hjælp af vindretningsbestemt opsamler efter BS1747/5 (CERL opsamler)	Simpel og billig metode.	Alle 4 åbninger (mod de 4 verdenshjørner) er åbne hele tiden, hvorved støvet kan risikere at sedimentere i de forkerte åbninger. Kan give forkerte resultater, da der opsamles i lodrette åbninger i en cylinder, i modsætning til den traditionelle opsamling i vandrette åbninger.

En "ideel" baggrundsværdi R vil hypotetisk set skulle findes ved opsamling i samme punkt, men uden kilden placeret i området. Denne "sande" baggrundsværdi kan simuleres ved måling på forskellig måde jf. tabel 15, som viser fordele og ulemper ved de metoder, der vurderes som de mest anvendelige.

Table 14. Metoder til bestemmelse af støvfaldet R i et referenceområde. Støvfaldet i referenceområdet skal svare til baggrundsbidraget, det vil sige det støvfald, der ville have været i det pågældende område, hvis kilden ikke havde været til stede.

Metode til måling af støvfald i referenceområde	Referenceværdi bestemt på denne måde betegnes her	Fordel	Ulempe
Måling ved hjælp af traditionel bulk sampler i et tilsvarende område, der ligger så langt fra kilden at det ikke vurderes at være belastet af kilden (ca. 1000 meter eller mere fra kilden).	R	Simpel og billig metode. Der kan fra gang til gang vælges en position, som vurderes repræsentativ for området, inklusive belastning fra vejtrafik m.v.	Ved benyttelse til korrektion i forbindelse med vindretningsbestemt opsamler: Måler gennemsnittet for hele kontrolperioden (f.eks. 30 dage) og under alle vindretninger. Det er afgørende, at målepositionen placeres repræsentativt i forhold til den forventede baggrundsbelastning i det givne område. I modsat fald vil det beregnede bidrag fra kilden afvige systematisk fra den "sande" værdi.
Måling ved hjælp af vindretningsbestemt opsamler i et punkt, der ligger opstrøms kilden, og som opsamler støv under tilsvarende vindretninger og i samme perioder, jf. figur 8 og 9.	R'	R' bestemmes under samme vindretninger og i samme periode som K_{TOTAL}	Da støvfaldet kan variere meget inden for ganske korte afstande, skal det sikres, at positionen opstrøms kilden er belastet af "naturlige kilder" i samme omfang som støvfaldet i det område, hvor gener forekommer (for eksempel trafik).
Måling ved hjælp af vindretningsbestemt opsamler i det område, hvor gener kan forekomme, men ved måling af det støv, der opsamles under alle andre vindretninger end fra kilden	R''	Denne "simulerede baggrund" fremkommer automatisk ved anvendelse af den nævnte vindretningsbestemte støvfaldsmål. Metoden er derved billig, når der anvendes vindretningsbestemt støvfaldsmål.	Tidsmæssigt vil den "simulerede baggrund" repræsentere støvfaldet på alle de dage, hvor vinden ikke kom fra kilden. Det skal sikres, at der ikke er andre kilder i det pågældende område, som påvirker særligt under andre vindretninger (trafik eller lignende).

Det vurderes ud fra erfaringsværdier, at en måling af R ved hjælp af den traditionelle metode vil være en anvendelig metode til at estimere baggrundsbidraget. Hvor det ikke skønnes muligt at finde en egnet referenceposition med den traditionelle metode, anbefales det at benytte en vindretningsbestemt opsamler til bestemmelse af R'. R' måles i et punkt, der ligger opstrøms kilden, og bestemmes ved opsamling af støv under tilsvarende vindretninger og i samme perioder som K_{TOTAL} .

Usikkerheden på målingen af R i forhold til den "sande" værdi vil især afhænge af placeringen af referencepositionen. Foretages en kontrolmåling eksempelvis i en have i et villakvarter, bør referencemålingen foretages med den traditionelle metode i en have i et tilsvarende boligkvarter, som ligger mere end ca. 1000 meter fra kilden. Samtidigt skal de udvalgte villahaver så vidt muligt have samme afstand til trafik og andre støvende aktiviteter. Er det ikke muligt på denne måde at finde en egnet position, anbefales det at bestemme R ved måling af R', det vil sige med en vindretningsbestemt opsamler, der er placeret opstrøms kilden i en afstand, der svarer til afstanden fra kilden og til målepositionen nedstrøms kilden.

4.3.2 Grænseværdi for nedfald af uopløseligt støv

Som nævnt vurderes gener som følge af nedfald af støv omkring oplag m.v. i langt de fleste tilfælde at være forårsaget af uopløseligt støv. Vurderingen af danske erfaringsværdier for støvfaldet omkring støvende oplag bekræfter, at bidraget fra diffuse kilder bedst kvantificeres ud fra målinger af uopløseligt støv, og at der kan ses bort fra vandopløselige partikler, der helt overvejende stammer fra den naturlige baggrund.

Det foreslås, at en dansk grænseværdi, der skal beskytte mod gener som følge af synligt støv i omgivelserne, baseres på uopløseligt støv. I sagens natur består udendørs oplag af støvende materiale i praksis altid af partikler, der er uopløselige i vand. Derfor vil en grænseværdi, der gælder for uopløseligt støv, i praksis dække langt de fleste situationer, hvor der kan opstå støvgener på grund af afsætning af synligt støv.

Det kan dog ikke udelukkes, at der kan forekomme støvgener som følge af emissioner af vandopløseligt støv fra særlige anlæg (for eksempel punktkilder, hvor der er driftsforstyrrelser på rensningsanlæg, ved diffuse udslip via porte eller vinduer fra indendørs anlæg, hvor der håndteres vandopløseligt støv, eller i forbindelse med udendørs sprinkleranlæg, hvor der benyttes havvand). Sådanne diffuse emissioner vurderes i praksis bedst at kunne reguleres ud fra driftsbetingelser og driftskontrol. Såfremt der måtte være behov for en grænseværdi for summen af uopløseligt og opløseligt støv, bør denne fastsættes ud fra en nærmere vurdering for det pågældende tilfælde.

4.4 Cases: Bestemmelse af bidragsværdier ud fra tidligere målinger

Bilag B viser en oversigt over erfaringstal indhentet fra danske undersøgelser af støvfald, hvor der er benyttet en vindretningsbestemt støvfaldsmåler, og hvor det derfor er muligt at bestemme kildens bidrag K_{TOTAL} , jf. (I).

I det følgende vurderes to forskellige kriterier for det højest accepterede nedfald af støv:

Kriterium A: $K_b = 133 \text{ mg/m}^2/\text{døgn}$ som maksimalt bidrag og under vindretninger fra kilden (bidrag ud over baggrundsværdien), målt over en måned

Kriterium B: $K_{\text{TOTAL}} = 200 \text{ mg/m}^2/\text{døgn}$ og forholdet K_{TOTAL}/R er samtidig større end 3

Kriterium A svarer til det kriterium, der i 2001 er indført i New Zealand /15/, dog med den tilføjelse, at der kun vurderes på det gennemsnitlige bidrag under vindretninger fra kilden.

Kriterium B er baseret på et engelsk forslag til grænseværdier for nedfald af støv omkring støvende oplag /44/.

Bilag B viser det beregnede bidrag fra kilden K_b i tilfælde, hvor der er målt omkring en kulbunke, en grusgrav og i et virksomhedsområde, der under vestlige vindretninger kan være påvirket af støv fra en træforarbejdende virksomhed, og under østlige/sydlig vindretninger fra et flyveaskedepot. Der er i alt udført målinger i 27 individuelle måleperioder.

Kriterierne skal ikke anvendes på virksomhedernes eget område. To af de cases, der nævnes i bilag B, er fremkommet ud fra målinger i boligområder og gennemgås i det følgende nærmere. Det drejer sig om de kontrolmålinger omkring kulbunker og omkring en grusgrav, der er beskrevet i afsnit 2.2.3 og 2.2.4.

4.4.1 Kulbunker

Målingerne for støvfald omkring kulbunker er beskrevet i afsnit 2.2.3, og målepositionerne er vist i figur 8. Bidraget K_B fra kulbunkerne estimeres ud fra målingerne på positionerne "Sølyst" og "SH". Der blev under målekampagnen i 2000 ikke foretaget målinger ved hjælp af bulk opsamlere på et ikke-belastet område til bestemmelse af R. Tabel 15 viser en sammenligning mellem beregnede værdier af bidraget fra kulbunkerne ud fra de målte værdier af K_{TOTAL} (støvfaldet målt på Sølyst under østlige vinde, d.v.s. nedstrøms kulbunkerne), R' (støvfald målt på SH under østlige vinde, d.v.s. opstrøms kulbunkerne) og R'' (støvfald målt på Sølyst under alle andre vindretninger).

Tabel 15. Bidraget af støvfald fra kulbunker på position "Sølyst" ved måling med vindretningsbestemt opsamler over 30 døgn. *i.m.: Ikke målt på grund af tekniske problemer med udstyret.*

Periode	Vind fra kilde (antal døgn)	K_{TOTAL} (støvfald under vind fra kilde på Sølyst) g/m ² /døgn	R' (støvfald målt under østlige vindretninger på SH) g/m ² /døgn	R'' (støvfald målt under alle andre vindretninger) g/m ² /døgn	$K_B' = K_{TOTAL} - R'$ Kildebidrag, korrigeret for baggrund ved brug af R' g/m ² /døgn	$K_B'' = K_{TOTAL} - R''$ Kildebidrag, korrigeret for baggrund ved brug af R'' g/m ² /døgn
feb-00	2	0,097	0,035	0,035	0,062	0,062
mar-00	8	0,028	i.m.	0,037	-	-0,009
apr-00	17	0,051	i.m.	0,054	-	-0,003
maj-00	8	0,023	i.m.	0,041	-	-0,018
jun-00	4	0,090	0,028	0,050	0,062	0,040
jul-00	12	0,004	0,025	0,028	-0,021	-0,024
aug-00	2	0,104	0,061	0,043	0,043	0,061
okt-00	3	0,097	0,030	0,028	0,067	0,069

Der konkluderes at være en god overensstemmelse mellem K_B' og K_B'' , idet usikkerheden på målemetoden tages i betragtning, jf. afsnit 3.4. Som det fremgår af bilag B, er såvel kriterium A som kriterium B overholdt i de 8 måneder, der blev målt i boligområdet nær kulbunkerne.

4.4.2 Grusgrav

Målingerne omkring grusgraven er udført som beskrevet i afsnit 2.2.4. Figur 11 viser et eksempel på månedlige resultater omkring en grusgrav.

Figur 11. Grafisk illustration af støvfald opdelt efter vindretning fra grusgraven og fra andre vindretninger på station 1 (ca. 150 m fra knuserier) og 2 (ca. 220 m fra knuserier, beboerområde) og 3 (gennemsnit for alle vindretninger i referencepunkt, R): Maj måned 2002.



Tabel 16 viser resultaterne af tre månedlige målinger på position 2 på figur 11, det vil sige fra det boligområde, hvor der er forekommet klager. Baggrundsværdien R fremkommer ud fra resultaterne fra position 3, hvor der ikke er rapporteret klager over støvgener, og R vurderes derfor at repræsentere et referenceområde.

Tabel 16. Bestemmelse af bidraget af støvfald i et boligområde nær en grusgrav ved måling med vindretningsbestemt opsamler over 30 døgn Resultater af målinger udført på position 2, jf. figur 11.

Periode	Vind fra kilde (antal døgn)	K_{TOTAL} (støvfald under vind fra kilde) $mg/m^2/døgn$	R Støvfald målt i et referenceområde (gns. for hele perioden) $mg/m^2/døgn$	$K_R = K_{TOTAL} - R_{ib}$ Kildebidrag, korrigeret for baggrund $mg/m^2/døgn$	K_{TOTAL}/R Ratio mellem kilde og baggrund	Kriterie A overskredet?	Kriterie B overskredet?
maj 02	7	239	86	153	2,8	ja	nej
juni 02	13	286	124	162	2,3	ja	nej
juli 02	8	207	60	147	3,5	ja	ja

Kriterium A er overskredet i 3 ud af 3 måneder i boligområdet nær grusgraven, mens kriterium B er overskredet i 1 ud af 3 måneder i boligområdet nær grusgraven.

4.5 Diskussion

Det vurderes ud fra de undersøgelser, der er refereret i afsnit 2.1.1, at støvfaldet i danske baggrundsområder – det vil sige uden for centrale byområder – for uopløseligt støv generelt er ca. $0,02 g/m^2/døgn$ eller derunder. Der er her tale om gennemsnitsværdier over en måned.

En række cases, hvor støvfaldet omkring støvende oplag har været målt, er blevet gennemgået. På baggrund af de fundne ganske store naturlige variationer i støvfaldet er der forsøgt foretaget en korrektion for baggrundsområdets bidrag. Summen af baggrundsbidraget og bidraget fra kilden varierer for uopløseligt støvfald generelt mellem $0,06 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ - $0,1 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$, målt som månedsmiddelværdi med bulk samplere. Disse tal gælder for beboede områder nær støvende oplag.

Det har været muligt at beregne bidraget fra støvende oplag i enkeltstående tilfælde, hvor der er målt med en nyudviklet vindretningsbestemt metode. Der er her taget udgangspunkt i det uopløselige støv. Omkring kulbunker er der bestemt et bidrag på op til $0,06 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ på en position, der ligger 300 m fra bunkerne, jf. afsnit 4.4.1. Dette bidrag er bestemt ved måling over 7 måneder, og ved kun at måle nedfaldet af støv, når vinden kom fra kulbunkerne. Det målte støvfald er her korrigeret for baggrundsbidraget i området. I denne periode var der ingen indberettede klager fra beboere i området nær kulbunkerne. På tilsvarende måde er bidraget fra en grusgrav bestemt til $0,15 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ - $0,16 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ ved måling over 3 måneder med vindretningsbestemt støvfaldsmåler, jf. afsnit 4.4.2. I dette område var der klager over støvgener fra de beboerne i området omkring grusgraven.

I de fleste lande, hvor støvfald omkring støvende oplag reguleres ved hjælp af grænseværdier, gælder grænseværdierne for uopløseligt støv. Disse grænseværdier varierer som årsmiddelværdier mellem $0,10 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ og op til $0,33 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$. I Tyskland, Østrig og Schweiz gælder grænseværdierne for summen af uopløseligt og opløseligt støv. Den tyske grænseværdi har siden 1974 uændret været $0,35 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ som maximal årsmiddelværdi, og $0,65 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ som maximal månedsmiddelværdi, målt over en periode på ét år. I Schweiz har man sænket grænseværdien til $0,21 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ i 1986, og i Østrig er grænseværdien tilsvarende sænket til $0,20 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$.

Med få undtagelser er grænseværdierne gældende for det samlede nedfald af støv, det vil sige, der korrigeres ikke for baggrundsbidraget. Der er dog i 2001 indført grænseværdier i New Zealand, som gælder som maximale bidrag fra kilden.

Det vurderes, at en bidragsværdi for støvfald kan kontrolleres ved bestemmelse af kildens bidrag K_B ud fra det samlede målte støvfald K_{TOTAL} og en referenceværdi R efter (I): $K_B = K_{\text{TOTAL}} - R$. Det vurderes, at K_{TOTAL} kan bestemmes ved hjælp af en vindretningsbestemt støvfaldsmåler.

Den newzealandske grænseværdi, betegnet kriterium A, er testet sammen med et engelsk forslag til et kriterium for det maksimalt accepterede nedfald af støv omkring støvende oplag.

Kriterium A er en grænseværdi (K_B) på $0,133 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ for uopløseligt støv, og kriterium A er gældende som maksimalt bidrag fra den enkelte virksomhed uanset baggrundsbidragets størrelse. Kriterium A er hermed baseret på det samme princip, der ligger til grund for Miljøstyrelsens grænseværdier for luftkvaliteten i form af B-værdier /7/. Kriterium A vurderes som følge heraf at være operationel og let forståelig.

Hollandske erfaringer har påpeget, at støvfald i udeluft generelt vil være synligt på overflader, når der er sedimenteret $0,1 \text{ g/m}^2$ støv på overfladen /4/.

En given kilde med et gennemsnitligt bidrag på $0,133 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ vil ud fra denne betragtning være skyld i et synligt lag støv efter et døgn vindretninger fra kilden. En grænseværdi på $0,133 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ som maximal bidragsværdi for uopløseligt støvfald målt over en måned forekommer ud fra denne betragtning realistisk. Det kan dog ikke udelukkes, at der i særlige tilfælde kan være behov for at benytte anlægsspecifikke grænser, for eksempel hvor særligt synligt/generende støv forekommer.

Det engelske kriterium, kaldet kriterium B, er foreslået af Vallack /44/. Kriterium B baserer sig på den hypotese, at sandsynligheden for klager fra de omkringboende stiger stærkt, når forholdet K_{TOTAL}/R mellem det målte støvfald i det berørte område (K_{TOTAL}) og det målte støvfald i et referenceområde (R) er større end 2,5-3,0.

Kriterium B tager hermed højde for, at der kan forekomme høje bidrag under særlige forhold som for eksempel situationer med stærk blæst, eller under særligt tørre perioder. I sådanne perioder vil kriterium B tillade et højere bidrag fra kilden. Det kan diskuteres, hvorvidt det er rimeligt at tillade et øget bidrag fra kilden, når det generelle baggrundsbidrag er højt. Vallack's argument for at foreslå dette kriterium er en hypotese om, at beboere i områder med særlig høj baggrundsbelastning generelt vil have tendens til at acceptere et højere nedfald af støv, og at sandsynligheden for klager ("likelihood of complaint") derfor kan beskrives ud fra forholdet K_{TOTAL}/R . Ud fra engelske erfaringsværdier vurderer Vallack, at sandsynligheden for klager øges stærkt, når K_{TOTAL}/R er større end 2,5-3,5.

Det er i denne forbindelse interessant, at de australske miljømyndigheder i New South Wales har foreslået maximale bidragsværdier af støvfald fra kompostbunker m.v., der tilsyneladende baserer sig på den stik modsatte hypotese. Disse bidragsværdier er vist i tabel 12. I områder, der har en lav baggrundsbelastning, tillades et højere bidrag fra kilden, og i områder med høj baggrundsbelastning tillades et lavere bidrag. I boligområder med det højst tilladelige baggrundsbidrag tillades ikke noget bidrag fra kilden overhovedet for denne type oplag.

Det vurderes, at argumentationen for kriterium B er baseret på en diskutabel hypotese. Kriterium B vurderes ikke umiddelbart at være relevant til brug under danske forhold.

Kontrol af såvel kriterium A som B vurderes at kunne foretages ved hjælp af en vindretningsbestemt opsamler til støvfaldsmåling. Af måletekniske årsager anbefales den samlede opsamlingstid ved brug af den vindretningsbestemte opsamler til en måned. Opsamlingen af K_{TOTAL} foretages kun, når vinden kommer fra kilden, og midlingstiden for K_{TOTAL} vil derfor variere fra måned til måned, afhængig af de aktuelle vindforhold. Med henvisning til bilag B vurderes det ud fra erfaringsværdier, at opsamlingstiden – og dermed midlingstiden for K_{TOTAL} – vil variere fra 2-17 døgn.

Det skal i denne forbindelse understreges, at kontrollen af bidraget fra virksomheden til luftforureningen i omgivelserne (B-værdien) her af praktiske grunde udføres i omgivelserne, og ikke ved hjælp af en kortvarig præstationsmåling på den emitterende kilde. Grænseværdier kontrolleres i henhold til Luftvejledningens afsnit 5.2.4.6 under maksimal emission, og emissionsvilkår omfatter kun de perioder, hvor virksomheden er i drift. Det vurderes ud fra

Luftvejledningens principper rimeligt, at støvfaldet kun kontrolleres under vindretninger fra kilden.

Det foreliggende datamateriale er forholdsvis spinkelt, eftersom den vindretningsbestemte støvfaldsmåler først er blevet udviklet i 1999, og færdigtestet i 2000. På basis af de foreliggende måledata har det dog været muligt ved hjælp af den vindretningsbestemte metode at afgøre, om de nævnte kriterier er overholdt i de enkelte cases.

Det vurderes, at det for danske forhold vil være realistisk at benytte en grænseværdi svarende til kriterium A, det vil sige et maksimalt tilladeligt bidrag på $0,133 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ fra den enkelte virksomhed under vindretninger fra kilden. Som udgangspunkt foreslås det, at der udføres målinger over en kontrolperiode på mindst 3 måneder. Det foreliggende datagrundlag er dog for spinkelt til at vurdere, om den foreslåede grænseværdi bør gælde som et maksimalt månedligt bidrag, eller om grænseværdien for eksempel bør overholdes som gennemsnit af bidraget fra kilden over hele kontrolperioden.

Da den vindretningsbestemte måler kun opsamler støv, når vinden i nedslagspunktet er fra kilden, vil den aktuelle midlingstid kunne variere fra måned til måned, og den vil også være afhængig af vindsektorens indstilling og størrelse. Med en kontrolperiode på en måned anvendes som midlingstid det aktuelle antal dage, som vinden er i retning fra kilden over den pågældende måned. For at opnå et tilstrækkeligt datagrundlag kan der i situationer, hvor vinden kun kommer fra kilden i få dage i en given måned, være behov for at øge midlingstiden, sådan at der for eksempel midles over det samlede antal dage, vinden har været fra kilden i hele kontrolperioden.

Det anbefales, at der udføres længerevarende målinger med den vindretningsbestemte metode omkring berørte anlæg som for eksempel grusgrave, og at resultaterne af sådanne målinger inddrages ved fastlæggelse af en grænseværdien.

5 Konklusion

Støvgener vurderes i langt de fleste tilfælde at kunne undgås ved, at tilsynsmyndigheder i samarbejde med virksomhederne opstiller effektive driftsvilkår, og ved at der aftales en effektiv driftskontrol. Der er imidlertid endnu ikke fastsat regler for regulering af diffuse emissioner i Danmark, og praksis i danske amter og kommuner for regulering af diffust støv er af samme grund meget forskellig. Ofte er de stillede vilkår ikke særlig omfattende og heller ikke præcise i forhold til de konkrete støvkilder. Rapporten anbefaler, at driftsvilkår, der har til formål at minimere udslip af diffuse støvemissioner, generelt opstilles efter følgende principper:

- Krav til udstyr og maskiner om fysiske forbedringer, f.eks. indkapsling, vindskærme, vanding via dyser, udsugning med rensning af luften i cykloner eller posefiltre m.v.
- Krav til udførelse af arbejdet, f.eks. vanding og evt. anvendelse af støvbindere, rengøring og vedligeholdelse af udstyr, hastighedsbegrænsning m.v.
- Krav om instruktion af medarbejderne.
- Kontrolvilkår

For anlæg med diffuse støvemissioner såsom udendørs, støvende oplag foreslås det, at tilsynsmyndigheder supplerer driftsvilkår med en grænseværdi for maksimalt tilladeligt nedfald af støv. Kontrol af en kommende grænseværdi kan herefter effektueres, såfremt der opstår klager fra omkringboende, og hvis det samtidigt skønnes, at klagerne ikke kan undgås ud fra vilkår for driften.

Tilsynsmyndighederne bør træffe afgørelse om anlægsspecifikke grænser for støvfald, hvor det skønnes nødvendigt. I forbindelse med særlige støvtyper, der skønnes at medføre gener ved et lavere niveau - herunder for eksempel særligt synligt støv - bør tilsynsmyndighederne vurdere.

Grænseværdien foreslås på grundlag af en vurdering af indsamlede erfaringer med støvfaldet i baggrundsområder, på baggrund af danske erfaringer med forekomsten af gener omkring støvende oplag, og ud fra en gennemgang af udenlandske grænseværdier på området.

Det anbefales, at en dansk grænseværdi for nedfald af støv baseres på uopløseligt støvfald. Ved anvendelse i forbindelse med driftsvilkår vil en grænseværdi, der gælder for uopløseligt støv, i praksis dække langt de fleste situationer, hvor der kan opstå støvgener på grund af afsætning af synligt støv.

Det konkluderes, at den new zealandske bidragsværdi for uopløseligt støvfald på $0,133 \text{ g/m}^2/\text{døgn}$ kan anvendes under danske forhold, og at grænseværdien med fordel kan kontrolleres ved hjælp af en vindretningsbestemt støvfaldsmåling. De new zealandske grænseværdier svarer godt til det, der ud fra litteraturen og ud fra danske erfaringer må forventes at være en repræsentativ "genetærskel" for, hvornår der opleves gener på grund af ophobning af synligt støv på overflader.

Som udgangspunkt foreslås det, at der udføres målinger over en kontrolperiode på mindst 3 måneder. Det foreliggende datagrundlag er dog for spinkelt til at vurdere, om den foreslåede grænseværdi bør gælde som et maksimalt månedligt bidrag, eller om grænseværdien for eksempel bør overholdes som gennemsnit af bidraget fra kilden over hele kontrolperioden.

Inden en egentlig grænseværdi fastsættes bør der indhentes mere viden om konsekvensen for specifikke anlæg ud fra længerevarende målinger omkring for eksempel grusgrave ved hjælp af den vindretningsbestemte metode. Resultaterne af sådanne målinger bør inddrages ved fastlæggelsen af en grænseværdi for støvfald.

Det kan ikke udelukkes, at der kan forekomme støvgener som følge af emissioner af vandopløseligt støv fra særlige anlæg (for eksempel punktkilder, hvor der er driftsforstyrrelser på rensningsanlæg, ved diffuse udslip via porte eller vinduer fra indendørs anlæg, hvor der håndteres vandopløseligt støv, eller i forbindelse med udendørs sprinkleranlæg, hvor der benyttes havvand). Sådanne diffuse emissioner vil i praksis altid ske fra indendørs anlæg og vurderes i praksis bedst at kunne reguleres ud fra driftsbetingelser og driftskontrol. Såfremt der måtte være behov for en grænseværdi for summen af uopløseligt og opløseligt støv, bør denne fastsættes ud fra en nærmere vurdering i det pågældende tilfælde.

6 Liste over forkortelser og symboler

Bulk sampler	En bulk sampler til opsamling af støvfald består af en opsamlingsbeholder, der er åben i hele måleperioden og derfor måler depositionen af partikler uanset vindretninger, og uanset om der er tale om våd- eller tørdeposition.
B-værdi	En B-værdi (bidragsværdi) er ifølge Luftvejledningen /8/ en grænseværdi for den enkelte virksomheds bidrag til luftforureningen i omgivelserne. B-værdier anvendes for at beskytte befolkningen mod skadelige effekter/gener fra luftforureningen. Derfor fastsættes B-værdier ud fra et generelt ønske om et højt beskyttelsesniveau – det vil sige, at beskyttelsen både skal omfatte særligt følsomme grupper og tage hensyn til, at der er tale om vedvarende udsættelse. B-værdier skal derfor betragtes som en sikkerhedsgrænse og ikke en faregrænse.
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme. Danmark deltager i en række luftmåleprogrammer med henblik på at vurdere langtransporten af luftforurening i Europa. For nærmere oplysninger henvises til Baggrundsmåleprogrammet, der udføres af Danmarks Miljøundersøgelser til vurdering af belastningen med luftforurening i danske baggrundsområder. For en nærmere beskrivelse henvises til www.dmu.dk
HVS	High Volume Sampling. Benyttes som betegnelse for opsamlingsmetoder til luftforureningsmåling, når opsamlingsflowet er højt – typisk over 50 m ³ /time.
K_{TOTAL}	Summen af kildens bidrag og baggrundsbelastningen af støv. K_{TOTAL} måles som det samlede støvfald under perioder, hvor vinden kommer fra kilden.
LMP	Det Landsdækkende Måleprogram, der udføres af Danmarks Miljøundersøgelser til vurdering af belastningen med luftforurening i danske byer. For en nærmere beskrivelse henvises til www.dmu.dk
LVS	Low Volume Sampling. Benyttes som betegnelse for opsamlingsmetoder til luftforureningsmåling, når opsamlingsflowet er lavt – typisk under 3 m ³ /time.
PIXE	Proton Induced X-ray Emission (proton induceret røntgen emissions spektrometri). Betegnelse for en analysemetode, der blandt andet kan benyttes til bestemmelse af indholdet af en lang række grundstoffer i partikler.
R	En referenceværdi, der benyttes til at vurdere baggrundsbelastningen af støvfald i et givent område. Hvor der vurderes at være risiko for støvgener fra en given kilde, benyttes R til at vurdere nedfaldet af støv i det givne område, såfremt kilden ikke havde været til stede.

	R er i denne rapport anvendt som betegnelse for resultater af målinger ved hjælp af traditionel bulk sampler i et tilsvarende område, der ligger så langt fra kilden, at det ikke vurderes at være belastet af kilden (ca. 1000 meter eller mere fra kilden).
R'	R' er i denne rapport anvendt som betegnelse for resultater af målinger ved hjælp af en vindretningsbestemt opsamler i et punkt, der ligger opstrøms kilden, og som opsamler støv under tilsvarende vindretninger og i samme perioder. R' bestemmes under samme vindretninger og i samme periode som K_{TOTAL} og vil – hvor det ikke er muligt at finde en egnet måleposition for R – kunne anvendes til vurdering af baggrundsbelastningen af støvfald i området.
R''	R'' er i denne rapport anvendt som betegnelse for en simuleret referenceværdi, målt ved opsamling af støvfald under alle andre vindretninger end fra kilden. Hvis der ikke forekommer bidrag fra andre relevante støvkilder i området, og hvis støv fra kilden ikke forventes at forekomme som følge af genophvirvling under andre vindretninger, kan en måling af R'' benyttes til vurdering af baggrundsbelastningen af støvfald i området.
Støvfald	Betegnelse for nedfald af støv. Betegner sedimentationshastigheden, hvormed faste partikler afsættes på en given flade. Der skelnes mellem vandopløseligt og vanduopløseligt støvfald, afhængigt af om partiklerne kan opløses i vand. Vanduopløselige partikler giver hyppigst anledning til støvgener som følge af afsætning af synligt støv på overflader. Vandopløseligt støvfald vil i stor udstrækning kunne udvaskes og fjernes med nedbør. Støvfald måles typisk i enheden: $g/m^2/døgn$.
TSP	Total Suspended Particulate, det vil sige total suspenderet partikulært stof, også betegnet total svævestøv.
Tørdeposition	Betegnelse for den afsætning af gasser og partikler på overflader, der sker som følge af lufthvirvler (turbulens) i atmosfæren. Hvor stor afsætningen er, afhænger af meteorologiske forhold og af stoffernes og overfladens egenskaber.
Våddeposition	Betegnelse for den afsætning af gasser og partikler på overflader, der sker som følge af udvaskning med nedbør.

7 Referencer

- 1 Rapport fra Røgdvalget 62 over de i 1965 – 1967 udførte luftforeningsmålinger i 5 danske byer. Akademiet for de Tekniske Videnskaber, 1968.
- 2 Larsen, P.B. m.fl.. (1997). Sundhedsmæssig vurdering af luftforurening fra vejtrafik. Miljøprojekt nr. 352, Miljø- og Energiministeriet.
- 3 Direktiv 1999/30/EF af 22 april 1999 om luftkvalitetsgrænseværdier for svovldioxid, nitrogendioxid, partikler og bly i luften.
- 4 Vrins, E. (1999). Coarse Dust Emissions from ENCI Maastricht, August 1999. Report to ENCI Maastricht no. Vr99.034..
- 5 VGB Technische Vereinigung der Grosskraftwerksbetreiber E.V., Sitzungsniederschrift, 21. Sitzung am 27.-28. Mai 1986
- 6 www.dmi.dk/vejr/aktuelt/200110151500/sand.html
- 7 Luftvejledningen. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2 af 2001, Miljø- og Energiministeriet. Available in English: "Environmental Guidelines No. 1, 2002. Guidelines for Air Emission Regulation. Limitation of Air Pollution from installations."
- 8 Emission af dioxiner fra pejse og brændeovne. Rapport fra Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 249, 1994
- 9 Watson et al.. Fugitive Dust Emissions, in: Air Pollution Engineering Handbook, Air & Waste Management Association, 2nd Ed. 2000, pp. 117-135, John Wiley & Sons, Canada.
- 10 Falkenberg, J og Riis, C. (2002). Kortlægning af diffus jordforurening i byområder. Delrapport 1. Erfaringsopsamling og afklaring af kilder til diffus jordforurening i byområder. Miljøprojekt nr. 663, Rapport fra Miljøstyrelsens Teknologiprogram for Jord og Grundvandsforurening.
- 11 Handa, S. (1997). Coal handling - environment friendly approach. 1st International Conference on Green Power - the need for the 21st century. New Delhi, India, 12-14 Feb 1997. New Delhi, India, Central Board of Irrigation and Power, pp. 417 - 425.
- 12 Corn, M (1976): Aerosols and the Primary Air Pollutants - Nonviable particles. Their Occurance, Properties, and Effects. In: Air Pollution, Vol. 1, 3rd. Ed. Stern, A.C., Academic Press, New York 1976.
- 13 Coates, R T (1991). Chemical methods for dust control. Yearbook of the Coke Oven Managers' Association; 173-179, (1991).
- 14 Nicol and Smithan (1990). Coal stockpile dust control. 1990 International Coal Engineering Conference, Sydney, NSW, Australia, 19-21 Jun 1990. Barton, ATC, Australia, Institution of Engineers, Australia, pp. 154-158 (1990).
- 15 Good Practice Guide for Assessing and Managing the Environmental Effects of Dust Emissions (2001). ISBN 0-478-24038-4, Ministry of the Environment, Wellington, New Zealand.
- 16 Vrins, E., et al (1994). Estimation of the emission rates of fugitive dust sources. 2nd International Conference on Air Pollution, 2, pp 157-168
- 17 Andreasen, A.H.M. and Gravesen, P. (1949). Preliminary Report on the Investigations of Atmospheric Pollution Transactions of the Danish Academy of Technical Sciences, No. 4, 1949.
- 18 Rapport over supplerende luftforureningsmålinger i København og Ålborg. "Røgdvalget 62", Akademiet for Tekniske Videnskaber, 1970.

-
- 19 Resultater af malinger udført af dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ for
Carl Bro A/S i 1996 i forbindelse med anlægningen af Københavns
Bybane (dk-TEKNIK projekt 10267).
- 20 Luftkvalitetsmålinger i Kolding 1979-80, Vejle Amtskommune,
Forvaltningen for Teknik og Miljø, ISBN 87-87931-22-2.
- 21 Hovmand, M. og Kemp. K. (2000). Tungmetalledfald i Danmark
1999. Faglig rapport fra DMU, nr. 331. Danmarks Miljøundersøgelser.
22 <http://www.stadtklima.de/stuttgart/s-luft/Stnd-LZ-SZ.htm>,
- 23 Immissionsüberwachung der Luft in Schleswig-Holstein. Messbericht
1998. Staatliches Umweltamt Itzehoe. ISSN 0935-4697 (1999).
- 24 Immissionsüberwachung der Luft in Schleswig-Holstein. Messbericht
1999. Staatliches Umweltamt Itzehoe (2000). Staatliches Umweltamt
Itzehoe, 25524 Itzehoe.
- 25 Immissionsüberwachung der Luft in Schleswig-Holstein. Messbericht
2000. Staatliches Umweltamt Itzehoe (2001). Staatliches Umweltamt
Itzehoe, 25524 Itzehoe.
- 26 Fuglsang, K. (1997). Når støvet drysler ned over naboen. Måling af
støvfald som værktøj til kontrol af emissioner fra udendørs oplag af
støvende materiale. *Aktuelt Miljø*, 4 (3) pp 7-11.
- 27 Fuglsang, K. (2002). An Automatic Sampler for Measurement of Dust
Deposition Rates around Fugitive Sources. *Journal of the Air & Waste
Management Association*, 52, pp 789-795.
- 28 Målerapport til Roskilde Amt, dk-TEKNIK, dkT projekt 17728,
September 2002.
- 29 Målerapport til Århus Amt, dk-TEKNIK, dkT projekt 11233, Januar
1997 .
- 30 Netherlands Emission Guidelines for Air, NeR Secretariat, Information
Centre for the Environment, InfoMil, November 2001, The Hague.
- 31 TA-Luft (1986). Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft.
- 32 Laskus, L. and Bake, D. (1989). Einfluss der Probenahmebedingungen
auf die Ergebnisse von Depositionsmessungen. Im Auftrag des
Umweltbundesamtes, Forschungsbericht 10402444.
- 33 Clayton, P. and Davis, B. (1989). Strategies for sampling Ambient Air
for Pollutants of Industrial and Environmental Interest. *Anal.
Proceedings*, 26, 284
- 34 ISO/DIS 4222.2 (1980). Air quality - Measurement of atmospheric
dustfall - Horizontal deposit gauge method. International Organisation
for Standardization.
- 35 NS 4852 (1981). Luftundersøkelser, uteluft. Måling af støvnedfall.
Støvsamler med horisontal samleplate. Norges Standardiseringsforbund.
- 36 BS 1747 : Part 1 (1969). Methods for the measurement of air pollution.
Part 1. Deposit Gauges. British Standards Institution.
- 37 VDI 2119, Bl. 2. Messung Partikelförmiger Niederschläge. Bestimmung
des Staubniederschlags mit Auffanggefässen aus Glas (Bergerhoff-
Verfahren oder Kunststoff).
- 38 VDI 2119, Bl. 4. Messung Partikelförmiger Niederschläge.
Grössendifferenzierende Bestimmung der Partikeldepositionsrate
mittels der Haftfolienmethode. Haftfoliengeräte Sigma 1 und Sigma 2.
- 39 Vallack, H.W. and Chadwick, M.J. (1995). A field evaluation of
Frisbee-type dust deposit gauges. *Atmospheric Environment* 29, 1465-
1469.
- 40 BS 1747 : Part 1 (1969). Methods for the measurement of air pollution.
Part 5. Directional dust gauges. British Standards Institution.

-
- 41 Harrison, R.M. (1986) Analysis of Particulate Pollutants. In *Handbook of Air Pollution Analysis, 2nd Ed.*, Edited by Harrison, R.M. and Perry, R., Chapman and Hall, London.
- 42 Zielsetzung, Bedeutung und Grundlagen von Richtlinien zum Schutze der Böden. Ermittlung von Maximalen Immissionswerten. VDI 3956, Blatt 1, Dez. 1997.
- 43 Schleicher, O. m.fl. (2002). Dioxin Deposition around a Danish Municipal Incinerator. Proceedings of the 22nd International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and POPs, Barcelona, August 11-16, 2002.
- 44 Vallack, H.W. and Shillito, D.E. (1998). Suggested Guidelines for Deposited Ambient Dust. *Atmospheric Environment* **32** (16), pp. 2737-2744.
- 45 Australia State of the Environment 2001. Theme Report: Atmosphere. ISBN 0643067469.
- 46 Draft Environmental Guidelines. Composting and Related Organics Processing Facilities. New South Wales Environmental Protection Authority, February 2002.
- 47 Immissionsgrenzwerte für Luftschadstoffe. Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 52, Bundesamt für Umweltschutz, Bern, Schweiz, Juni 1986.
- 48 www.bmu.at
- 49 Bekendtgørelse om grænseværdier for luftens indhold af svovldioxid og svævestøv. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 836 af 1986.
- 50 Kemp, K. (ed.) (1993). Danish Air Quality Monitoring Network. Technical Description. Report LMP-4/93. National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark.
- 51 Australian Standard AS 3580.10-1 Deposited Matter – Gravimetric Method (Standards Association of Australia).
- 52 B-værdivejledningen. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2, 2002.
- 53 *Directional Dust Gauges*, British Standards Institution, BS 1747: Part 5, 1972
- 54 Harrison, R.M. (1986) Analysis of Particulate Pollutants. In *Handbook of Air Pollution Analysis, 2nd Ed.*, Edited by Harrison, R.M. and Perry, R., Chapman and Hall, London.
- 55 Fuglsang, K. (2002). An Automatic Sampler for Measurement of Dust Deposition Rates around Fugitive Sources. *Journal of the Air & Waste Management Association*, **52**, pp 789-795.

Tyske grænseværdier for atmosfærisk nedfald af tungmetaller.

Stof	Grænseværdi jf. TA-Luft ¹ Maximal deposition $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{døgn}$	Midlingstid
Arsen og uorganiske arsenforbindelser, beregnet som arsen	4	1 år
Bly og uorganiske blyforbindelser, beregnet som bly	100	1 år
Cadmium og uorganiske cadmiumforbindelser, beregnet som cadmium	2	1 år
Nikkel og uorganiske nikkelforbindelser, beregnet som nikkel	15	1 år
Kviksølv og uorganiske kviksølvforbindelser, beregnet som kviksølv	0,05	1 år
Thallium og uorganiske thalliumforbindelser, beregnet som thallium	2	1 år

¹ Die Neue TA Luft, WEKA Media GmbH & Co. KG, Kissing, Deutschland. Stand Februar 2002.

Beregnete værdier af bidraget K_B fra virksomheder i cases, hvor der er rapporteret klager over støvgener, og hvor der er udført målinger med vindretningsbestemt støvfaldsopsamler. K_B er beregnet ud fra K_{TOTAL} målt med vindretningsbestemt opsamler i perioden 1999-2000, og ud fra baggrundsbidraget i et referenceområde R. R er målt med traditionel bulk opsamler, med mindre andet er nævnt.

Kriterium A: $GV = K_{TOTAL} - B = 133 \text{ mg/m}^2/\text{døgn}$; Kriterium B: GV er overskredet når $K_{TOTAL} = 200 \text{ mg/m}^2/\text{døgn}$ og K_{TOTAL}/R samtidig > 3

Case	Støvtype	Periode	Målingens varighed døgn	Vind fra kilde (antal døgn)	K_{TOTAL} (støvfald under vind fra kilde) $\text{mg/m}^2/\text{døgn}$	R Støvfald målt i et referenceområde (gns. for hele perioden) $\text{mg/m}^2/\text{døgn}$	$K_B = K_{TOTAL} - R$ Kildebidrag, korrigeret for baggrund $\text{mg/m}^2/\text{døgn}$	K_{TOTAL}/R Ratio mellem kilde og baggrund	Kriterium A overskredet?	Kriterium B overskredet?	Bemærkning
Kulbunker, måling nær boligområde	Kul 1	feb-00	30	2	97	35	62	2,8	nej	nej	Note 1
	Kul2	mar-00	30	8	28	37	-9	0,8	nej	nej	
	Kul 3	apr-00	30	17	51	54	-3	0,9	nej	nej	
	Kul 4	May-00	30	8	23	41	-18	0,6	nej	nej	
	Kul 5	jun-00	30	4	90	50	40	1,8	nej	nej	
	Kul 6	jul-00	30	12	4	28	-24	0,1	nej	nej	
	Kul 7	aug-00	30	2	104	43	61	2,4	nej	nej	
	Kul 8	Oct-00	30	3	97	28	-2	3,5	nej	nej	
Grusgrav, måling i boligområde 220 m fra kilde	Grus 1	May-02	30	7	239	86	153	2,8	ja	nej	
	Grus 2	June-02	30	13	286	124	162	2,3	ja	nej	
	Grus 3	July-02	30	8	207	60	147	3,5	ja	ja	
Grusgrav, måling 150 m fra kilde	Grus nær kilde 1	May-02	30	7	500	90	410	5,6	ja	ja	Ikke boligområde
	Grus nær kilde 2	June-02	30	13	520	120	400	4,3	ja	ja	
Flyveaskedepot, 100 m fra depot (inden for skel)	Flyveaske 1	okt-99	15	4	790	9	781	87,8	ja	ja	Ikke boligområde
	Flyveaske 2	nov-99	15	6	46	13	33	3,5	nej	nej	
	Flyveaske 3	nov-99	15	3	14	20	-6	0,7	nej	nej	
	Flyveaske 4	dec-99	15	1	72	8	64	9,0	nej	nej	
	Flyveaske 5	dec-99	15	1	323	28	295	11,5	ja	ja	
	Flyveaske 6	dec-99	15	1	26	7	19	3,7	nej	nej	
	Flyveaske 7	jan-00	15	1	365	7	358	52,1	ja	ja	
Træforarbejdende Virksomhed. På virksomhedens område	Træstøv nær kilde 1	okt-99	15	4	666	9	657	74,0	ja	ja	Ikke boligområde
	Træstøv nær kilde 2	nov-99	15	6	132	13	119	10,2	nej	nej	
	Træstøv nær kilde 3	nov-99	15	3	46	20	26	2,3	nej	nej	
	Træstøv nær kilde 4	dec-99	15	1	76	8	68	9,5	nej	nej	
	Træstøv nær kilde 5	dec-99	15	1	138	28	110	4,9	nej	nej	
	Træstøv nær kilde 6	dec-99	15	1	34	7	27	4,9	nej	nej	
	Træstøv nær kilde 7	jan-00	15	1	72	7	65	10,3	nej	nej	

Note 1: 'Baggrund = "simuleret baggrund", målt på samme lokalitet i boligområdet, men under andre vindretninger end fra kilden. Alle øvrige baggrundsværdier B_{TB} er målt ved måling af den samlede, gennemsnitlige støvfald (under alle vindretninger) i et område svarende til det berørte område ved kilden, men hvor der ikke er noget nævneværdigt bidrag fra kilden

Eksempler på vilkår fastsat i nyere miljøgodkendelser vedrørende diffuse emissioner fra støvende oplag.

Virksomhedstype	Vilkår for indretning, drift og egenkontrol
<p>Eksempel 1 Træforarbejdende virksomhed. <i>(eksempel på generelle driftskrav)</i></p>	<p><i>Diffust støv</i></p> <p>Støv fra produktionen skal begrænses ved effektiv renholdelse af udendørsarealer og produktionslokaler. Virksomhedens instruktion I.6.5 Støv skal følges.</p> <p><i>Andet luftforurening</i></p> <p>Emissionen af støv fra diffuse kilder har virksomheden reduceret ved inddækning og fjernelse af potentielle kilder. Virksomheden foretager løbende renholdelse af de befæstede arealer, og støvbelastningen herfra er derfor begrænset</p>
<p>Eksempel 2 Træforarbejdende virksomhed. <i>(eksempel på specifikke driftskrav)</i></p>	<p><i>Indretning og drift</i></p> <p>B7 Senest 1. september 2002 skal udendørs oplag af kutterspåner, herunder arbejdslageret ved svingkranen, være inddækket, eller der skal være etableret sprinkling, så der ikke kan ske støvflugt fra lagrene. Kutterspåner, der aflæsses udendørs efter den 1. september 2002, skal inddækkes straks efter aflæsning. Hvis sikringen mod støvflugt baseres på sprinkling, skal sprinkling foretages i et sådant omfang, at støvflugt undgås. Vandtilførsel, baseret på opsamlet regnvand, skal være suppleret med mulighed for vandtilførsel fra fast vandinstalltion, f.eks. virksomhedens egne vandboringer, så det sikres, at vand er tilstede og kan tilføres i nødvendigt omfang. Hvis tilsynsmyndigheden finder, at foranstaltningerne til forebyggelse af støvgener er utilstrækkelige, skal virksomheden på tilsynsmyndighedens forlangende fremsende en handlingsplan for forbedring af forholdene. På baggrund heraf træffer tilsynsmyndigheden afgørelse om yderligere foranstaltninger. Detailprojekt for sikring af det udendørs oplag af kutterspåner pr. 1. september 2002 skal fremsendes til tilsynsmyndighedens accept senest 1. april 2002.</p> <p>B8 Der må ikke ske udendørs aflæsning og håndtering af kutterspåner og drift af flishugger, når der er vindhastigheder på 8 m/sek eller derover uanset vindretning. Dette gælder også i tilfælde af driftsforstyrrelser på spåntransportsystemet fra spånhal. Genbrugsspåner skal aflæsses indendørs. Transport af genbrugsspåner til produktionen skal foregå i lukkede systemer, så der ikke kan ske støvudslip.</p> <p>B9 Under aflæsning af kutterspåner i aflæsningsgrube i spånhal skal sluseporte holdes lukkede, så støvudslip undgås.</p> <p>B10 Der må ikke være åbninger i spånhal og hal for genbrugsspåner, hvorfra der kan ske støvudslip. Porte og døre skal holdes lukkede. Udendørs transportrør skal være lukkede, så der ikke kan ske støvudslip. Tilslutninger af transportrør til/fra spånhal og genbrugsspånhal skal være tætte. Udendørs container til opsamling af materiale fra transportrør skal være lukket og tæt. Overgang mellem container og transportrør skal være inddækket.</p> <p>B11 Modtagelse af støvende materialer, f.eks. kutterspåner, må kun ske fra overdækkede lastvogne. Lastvogne skal være gjort rene for støvende materialer på ydersiden, når de forlader virksomhedens areal. Støvende materialer fra rengøring af lastvogne skal opsamles.</p> <p>B12 Kørearealer og pladser skal renholdes ved jævnlig fejning/støvsugning for at forhindre støvflugt.</p>

Virksomhedstype	Vilkår for indretning, drift og egenkontrol
Træforarbejdende virksomhed (eks. 2 fortsat)	<p>B13 Mellemoplag af slagge og flyveaske skal opbevares på en plads med tæt underlag. Som afskærmning af slagge/flyveasken skal der opstilles betonelementer eller lignende på mindst de tre af siderne. Slagge/flyveasken må ikke oplagres højere end afskærmningen. Oplaget samt aflæsning og øvrig håndtering må ikke give anledning til støvdannelse. Der skal være mulighed for at befugte slagge/flyveasken for at modvirke støvflugt. Der må kun opbevares slagge/flyveaske fra egen energifremstilling. Overfladevand fra pladsen skal opsamles, jf. vilkår E3. Pladsen skal være etableret inden 1. august 2000.</p> <p>B14 Slagge/flyveaske skal befugtes, før det oplagres. Hvis det ikke befugtes, skal det opsamles i lukkede beholdere, f.eks. bigbags. Eventuelt spild af slagge/flyveaske skal opsamles. Vogne, der transporterer slagge/flyveaske fra virksomheden, skal være overdækkede.</p> <p>B15 Efter 1. januar 2001 skal al fejlstrøning opbevares og transporteres i lukkede siloer/holdere/containere, så der ikke kan ske støvflugt og stofudvaskning. Projekt for, hvordan det sikres, skal fremsendes til tilsynsmyndighedens accept senest 1. august 2000.</p> <p>B16 Oplagsplads for brændsel til kraftcentralen, oplagsplads for soldaffald (flis på 5-10 mm fra flissigtning på savværker) og påslag/barksilo må ikke give anledning til støvdannelse. Om nødvendigt skal virksomheden etablere afskærmning. På oplagsplads for brændsel til kraftcentralen må der kun opbevares rent træ og andre biobrændsler, der er omfattet af bilaget til biomassebekendtgørelsen, pt. bekendtgørelse nr. 638 af 3. juli 1997.</p> <p>D7 Virksomheden må ikke give anledning til væsentlige støvgener udenfor eget område. Tilsynsmyndigheden afgør, om generne er væsentlige.</p> <p><u>Vilkår for egenkontrol</u></p> <p><i>Begrænsning af diffust udslip af træstøv</i></p> <p>Vilkår om sikring af spånerne foreslås baseret på eventuel flytning og sprinkling af spånerne. Virksomheden oplyser, at mængden af kutterspåner, der er til rådighed på markedet er faldende, og at virksomheden derfor forventer, at leverancerne af kutterspåner indenfor en kort årrække vil være faldende. Virksomheden ønsker derfor at afvente udviklingen i råvaresituationen, inden projektet realiseres.</p>
Eksempel 3 Grusgrav	<p><i>Miljøbeskyttelse</i> Tippelommer, fødere, knusere og sigter skal om nødvendigt forsynes med effektive befugtningssanordninger og indkapsles, hvor det er muligt.</p> <p>Interne transportører, støvende materialelagre samt aflæsningspladser skal efter behov oversprøjtes med vand.</p> <p>Båndtransportørernes returløb skal være forsynede med effektive båndrensingsforanstaltninger.</p> <p><i>Indvinding</i> Virksomhedens drift må ikke give anledning til væsentlige ulemper i form af støv eller mærkbare (generende) rystelser i bygninger på naboejendomme. Såfremt amtet senere finder det nødvendigt kan der tilføjes vilkår for lavfrekvent støj og vibrationer samt supplerende vilkår for støv.</p>

Kommentarer til projektrapporten: Baggrundsdokument for fastsættelse af grænseværdi for nedfald af støv og regulering af støvemissioner fra diffuse kilder

Kommentar fra: Dansk Industri. Kommentarer til udkast til slutrapport fremført i brev af 17. januar 2003.		
Afsnit	Kommentar	Reaktion til kommentar fra dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
Ikke angivet	<p>Dansk Industri er opmærksom på, at der forefindes flere typer måleudstyr for måling af nedfald af partikler fra udendørs oplag og andre udendørs industrielle aktiviteter, idet der eksempelvis forefindes klæbefolier, Bulk Sampler og vindretningsbestemt støvfaldsmålere.</p> <p>Rapporten angiver i tabel 10 udenlandske grænseværdier og midlingstider for støvnedfald. Det er DI's opfattelse, at disse grænseværdier er fastsat med udgangspunkt i mange målinger over flere år med Bulk Sampler i de forskellige lande med det til følge, at der forekommer en stor forskel mellem høje og lave grænseværdier landene imellem, også hvis der alene er tale om uopløselig støv.</p>	<p><i>Forskellen mellem grænseværdierne i de enkelte lande kan i et vist omfang godt skyldes forskelligheder mellem de aktuelt anvendte målemetoder. Det skal samtidigt understreges, at de i tabel 10 viste grænseværdier er fastsat over en lang periode, og at de ikke nødvendigvis alle afspejler de tekniske muligheder, der foreligger i dag for reduktion af støv fra industrielle processer. De nuværende tyske grænseværdier for støvfald er fastsat i 1970'erne og har ikke været revideret siden, mens de newzealandske og australske er fastsat inden for de seneste år.</i></p>
Ikke angivet	<p>Rapporten indeholder ingen tilstrækkeligt dokumentation for klagepotentiale ved brug af den højeste grænseværdi ved måling af det uopløselige støv. Det samme forhold er også gældende for total støv (opløselig + uopløselig). Hvad findes der af dokumentation herom?</p>	<p><i>Der er ikke fundet nogen dokumentation af klageantallet ved brug af forskellige grænseværdier i de enkelte lande.</i></p>
Kap. 5	<p>Den dansk opfundne/udviklet vindretningsbestemt støvnedfaldsmålere har været i anvendelse nogle ganske få gange, hvilket betyder, at der foreligger få data til brug som udgangspunkt til at fremkomme med et forslag til grænseværdi for støvnedfald. Dansk Industri kan tilslutte sig dk-TEKNIK's anbefaling i rapportens kap. 5, andet sidste afsnit, at der skal tilvejebringes mere viden om konsekvenserne for forskellige anlæg, herunder de særlige forhold for grusgrave, (der foreligger kun én måling fra grusgrave) og i så fald, at der udføres målinger på mindst ét år.</p>	
Ikke angivet	<p>På trods af dk-TEKNIK's ovennævnte anbefaling indeholder</p>	<p><i>Mængden af støv, der deponeres, vil være stærkt afhængig af de klimatiske og</i></p>

Kommentar fra: Dansk Industri. Kommentarer til udkast til slutrapport fremført i brev af 17. januar 2003.		
Afsnit	Kommentar	Reaktion til kommentar fra dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
	<p>rapporten forslag til en grænseværdi på 0,133 g/m²/døgn for det kildebaserede uopløst støv (uden baggrundsstøv). Denne værdi er hentet fra New Zealand og er fastsat efter målemetode ISO DIS 4222.2 (Bulk Sampler). Det er helt givet, at der i New Zealand er foretaget mange målinger på flere typer anlæg, inden grænseværdien er endeligt blevet fastsat. Rapporten indeholder ingen redegørelse om de klimatiske og topografiske forhold i New Zealand og Australien, og om disse forhold er sammenlignelige med de klimatiske- og topografiske forhold i Danmark samt hvilken betydning, disse forhold har ved fastsættelse af midlingstider.</p>	<p><i>topografiske forhold – men oplevelsen af gener burde primært afhænge af menneskelige faktorer (perception). Der synes på den baggrund ikke at være nogen grund til at støvgener skulle opleves ved lavere støvniveauer af personer i New Zealand ifht. personer i Danmark.</i></p> <p><i>Udgangspunktet for projektet har fra projektgruppens side været at finde et forslag til et maksimalt acceptabelt <u>bidrag</u> – i overensstemmelse med de danske B-værdier – fra den enkelte virksomhed. På den baggrund har det været naturligt at benytte den newzealandske grænseværdi, der – i modsætning til f.eks. den tyske grænseværdi – gælder som et maksimalt bidrag af støv <u>ud over baggrundsbidraget</u> i det pågældende område. Den newzealandske grænseværdi benyttes også i Australien. Den newzealandske grænseværdi stemmer også godt overens med hollandske undersøgelser af, hvornår støvfald i udeluft generelt vil være synligt på overflader (0,1 g/m²).</i></p> <p><i>Ovenstående fremgår af rapportens afsnit 4.5 (Diskussion).</i></p>
Ikke angivet	<p>Endvidere er det ikke godtgjort i rapporten, at en grænseværdi, der er fastsat ved brug af Bulk Sampler måleudstyr under de klimatiske og topografiske forhold i New Zealand, kan anvendes under de klimatiske og topografiske forhold i Danmark ved brug af vindretningsbestemt måleudstyr. Ligeledes er det ikke afklaret, hvilken konsekvens en grænseværdi på 0,133 g/m²/døgn har for forskellige typer anlæg. F.eks. kunne det tænke sig, at i støv fra en grusgrav er der meget lidt vandopløseligt materiale, medens der i andre støvmaterialer f. eks. er 50% vandopløseligt materiale og resten uopløseligt. Spørgsmålet er, hvilken betydning har det for virkighederne - og vil det være mere retfærdigt med en grænseværdi for totalstøv (opløst+uopløst)?</p>	<p><i>Da den vindretningsbestemte opsamler er baseret på bulk opsamlere (der åbnes og lukkes afhængig af vindretningen), vil måleusikkerheden på den opsamlede støvmængde være af samme størrelsesorden som ved måling med den traditionelle bulk opsamler.</i></p> <p><i>Med hensyn til de klimatiske og topografiske forhold henvises til kommentar oven for.</i></p> <p><i>Da opløseligt støv kun i meget sjældne tilfælde vil give anledning til gener, der kan relateres til industrielle anlæg, findes det mest relevant at definere en genebaseret grænseværdi ud fra uopløseligt støv alene. Støv fra udendørs oplag og aktiviteter vil i praksis næsten aldrig indeholde opløseligt støv, og det er derfor kun i særlige tilfælde relevant at inddrage vandopløseligt støv.</i></p>
Ikke angivet	<p>Det er DI's opfattelse, at en grænseværdi, der skal anvendes i Danmark, bør fastsættes med udgangspunkt i det anvendte vindretningsbestemt måleudstyr og de klimatiske og topografiske forhold i Danmark og med en midlingstid på mindst 14 vinddage fra kilden til måleudstyret over en periode</p>	<p><i>Rapporten anbefaler jf. følgende tekst i afsnit 5 (Konklusion):</i></p> <p><i>”Som udgangspunkt foreslås det, at der udføres målinger over en kontrolperiode på mindst 3 måneder. Det foreliggende datagrundlag er dog for spinkelt til at vurdere, om den foreslåede grænseværdi bør gælde som et</i></p>

Kommentar fra: Dansk Industri. Kommentarer til udkast til slutrapport fremført i brev af 17. januar 2003.		
Afsnit	Kommentar	Reaktion til kommentar fra dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
	<p>på mindst 3 mdr. ved en måleperiode på mindst 1 år ved måling på flere typer anlæg, således at det kan blive afklaret, om grænseværdien skal være for totalstøv (opløst+uopløst) eller alene for uopløselig støv. For øvrigt er Styregruppen enig om, at fastlæggelse af midlingstider står åbent, indtil mere viden er tilvejebragt.</p> <p>Ved kontrolmåling på en virksomhed vil en midlingstid på 2 vinddage med en måletid på 30 dage give et for spinkelt grundlag til at fastlægge immissionsniveauet på endsige bruge dette som beslutningsgrundlag for tilsynsmyndighederne til at meddele kostbare foranstaltninger til virksomheden.</p> <p>Det er DI's opfattelse, at ved kontrolmåling skal der for fastlæggelse af immissionsniveauet være en midlingstid på mindst 14 dage ved en måleperiode på mindst 3 mdr.</p> <p>For at den fremsendte slutrapport kan blive anvendelig i det videre arbejde, anmoder DI om, at ovennævnte bemærkninger/kommentarer bliver behandlet, afdækket og tilføjet rapporten.</p>	<p>maksimalt månedligt bidrag, eller om grænseværdien for eksempel bør overholdes som gennemsnit af bidraget fra kilden over hele kontrolperioden.</p> <p>Det anbefales, at der er indhentes mere viden om konsekvensen for specifikke anlæg ud fra længerevarende målinger omkring for eksempel grusgrave ved hjælp af den vindretningsbestemte metode. Resultaterne af sådanne målinger bør inddrages ved fastlæggelsen af en grænseværdi for støvfald.”</p> <p><i>Rapporten lægger således op til en nærmere fastlæggelse af (1) længden af kontrolperioden og (2) midlingstiden.</i></p>
Ikke angivet	<p>Dansk Industri anbefaler, at nærværende slutrapport på det foreliggende grundlag ikke anvendes i forbindelse med sagsbehandling hos kommuner og amter.</p> <p>Herudover kan Dansk Industri anbefale, at der yderligere sker en kortlægning/registrering af de faktiske forhold, herunder at de indkomne klager sammenholdes med de ovennævnte problemers omfang, og at disse bedst løses i samarbejde med myndighederne ved driftskontrol, driftsinstrukser mm. i stedet for gennemførelse af kostbare målinger, måleprogrammer mm.</p>	Rapporten er et baggrundsdokument og ikke en vejledning fra Miljøstyrelsen.

Kommentar fra: Franzefoss A/S, Nymølle Stenindustrier A/S. Kommentarer til udkast til slutrapport fremført i brev af 16. januar 2003.		
Afsnit	Kommentar	Reaktion til kommentar fra dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
Ikke angivet	Indledningsvis skal anføres, at vi står uforstående overfor at der, som rapporten antyder, ofte er støvgener eller klager hidhørende fra råstofgravning. Det er meget sjældent, at vi modtager klager fra naboer, og de få gange det er sket, har vi gennem dialog med de amtslige myndigheder og naboerne ændret driftsbetingelserne og har iværksat adskillige støvdæmpende tiltag, således at støvgenerne minimeres. Derfor kan vi undre os over, at der overhovedet er opstået et ønske om at fastsætte en grænseværdi.	<i>Problemer omkring råstofudgravning er ikke nævnt specifikt i rapporten, og den foreslåede grænseværdi sigter på støvende oplag og diffuse emissioner generelt.</i>
Ikke angivet	Rapporten mangler et tilstrækkeligt dokumenteret videnskabeligt grundlag og vi mener afgjort ikke, at rapporten i sin nuværende form kan danne udgangspunkt for arbejdet med en vejledning i fastsættelse af grænseværdier. Det mener vi af flere grunde: <p>1. Datagrundlaget er meget spinkelt, både med hensyn til den ny-udviklede støvmålingsmetode, og med hensyn til viden om brancherelateret støvfald og den genevirkning naboer oplever. Med hensyn til grusbranchen refererer rapporten til målinger i én grusgrav ved Roskilde. Dette er en grusgrav hvor virksomheden har brugt betydelige ressourcer på støvdæmpning, og de økonomiske realisable muligheder for yderligere tiltag er udtømte. Ved implementering af rapportens foreslåede grænseværdier (de New Zealandske) vil fortsat drift være umulig, mens en implementering af de grænseværdier der i øvrigt anbefales i Europa vil muliggøre fortsat drift. Vi mener, at evt. grænseværdier skal fastsættes på baggrund af en række målinger i flere grusgrave og over en måleperiode på min. et år for at opnå et tilstrækkeligt videnskabeligt grundlag for fastsættelse af den ønskede grænseværdi.</p>	<p><i>Det er korrekt, at der kun er målt på én grusgrav, og at denne grusgrav gav anledning til bidrag af uopløst støv, som var over det anbefalede maksimale bidrag på 0,133g/m²/døgn, når vinden var fra kilden mod beboelsesområdet. Formålet med en grænseværdi vil være at undgå støvgener hos beboerne.</i></p> <p><i>De bidrag, der er fundet fra grusgraven i Roskilde, er – jf. tabel 16: 0,153 g/m²/d, 0,162 g/m²/d og 0,147 g/m²/d (måleresultater fra virksomhedens eget område, der er refereret i bilag B, vil ikke skulle indgå i en sammenligning med grænseværdien). Dette er over det foreslåede maksimale bidrag på 0,133 g/m²/d, men der er ikke tale om meget voldsomme overskridelser. Roskilde Amt oplyser i øvrigt, at der var klager over støvgener hos beboerne i den pågældende måleperiode, og dette peger ikke på at den newzealandske "trigger value" på 0,133 g/m²/d (ved hvilken klager over støvgener typisk vil optræde) skulle være for lav til brug under danske forhold.</i></p> <p><i>Der refereres i øvrigt til rapportens afsnit 4.5 (Diskussion), hvor der står:</i></p> <p><i>"Det foreliggende datamateriale er forholdsvis spinkelt, eftersom den vindretningsbestemte støvfaldsmåler først er blevet udviklet i 1999, og færdigtestet i 2000. På basis af de foreliggende måledata har det dog været muligt ved hjælp af den vindretningsbestemte metode at afgøre, om de nævnte kriterier er overholdt i de enkelte cases.</i></p> <p><i>Det vurderes, at det for danske forhold vil være realistisk at benytte en grænseværdi svarende til kriterium A, det vil sige et maksimalt tilladeligt bidrag på 0,133 g/m²/døgn fra den enkelte virksomhed under vindretninger</i></p>

Kommentar fra: Franzefoss A/S, Nymølle Stenindustrier A/S. Kommentarer til udkast til slutrapport fremført i brev af 16. januar 2003.		
Afsnit	Kommentar	Reaktion til kommentar fra dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
		<p>fra kilden. Som udgangspunkt foreslås det, at der udføres målinger over en kontrolperiode på mindst 3 måneder. Det foreliggende datagrundlag er dog for spinkelt til at vurdere, om den foreslåede grænseværdi bør gælde som et maksimalt månedligt bidrag, eller om grænseværdien for eksempel bør overholdes som gennemsnit af bidraget fra kilden over hele kontrolperioden.”</p> <p><i>I samme afsnit konkluderes:</i></p> <p>”Det anbefales, at der udføres længerevarende målinger med den vindretningsbestemte metode omkring berørte anlæg som for eksempel grusgrave, og at resultaterne af sådanne målinger inddrages ved fastlæggelse af en grænseværdien.”</p> <p><i>Ønsket om, at en længerevarende målekampagne iværksættes før en egentlig grænseværdifastsættelse foretages, er derfor også fremsat i form af en anbefaling i rapporten.</i></p>
Ikke angivet	<p>2. Det er velkendt, at en klage ofte kan være politisk, dvs. opstå af andre grunde end det, der angives som årsagen til klagen. Hvordan kan man vide, at disse naboer klager specifikt på baggrund af støvgener? Og hvordan kan man vide, at det én nabo oplever som en gene, er det en anden nabo også oplever som en gene? Alene af den årsag må man have mange flere målepunkter med i undersøgelsen.</p>	<p><i>Der henvises til afsnit 1.3.3 (Gener som følge af støvfald). Spørgsmålet kan stilles for alle typer gener af sensorisk art (lugt, støj).</i></p>
Ikke angivet	<p>3. Baggrunden for at anbefale grænseværdien på 0,133 g/m²/døgn fremgår ikke og bør derfor grundigt beskrives. Vi undrer os over, at man har valgt at den grænseværdi der er den laveste af alle der nævnes i rapporten, og at man skal helt til New Zealand for at finde den – et land der næppe har forfærdeligt meget tilfælles med Danmark i relation til infrastruktur, klima, demografi mv.</p>	<p><i>Der henvises til svar på tilsvarende kommentar fra Dansk Industri:</i></p> <p><i>Mængden af støv, der deponeres, vil være stærkt afhængig af de klimatiske forhold – men oplevelsen af gener burde primært afhænge af menneskelige faktorer (perception). Der synes på den baggrund ikke at være nogen grund til at støvgener skulle opleves ved lavere niveauer af personer i New Zealand.</i></p> <p><i>Udgangspunktet for projektet har fra projektgruppens side været at finde et forslag til et maksimalt acceptabelt <u>bidrag</u> – i overensstemmelse med de danske B-værdier – fra den enkelte virksomhed. På den baggrund har det været naturligt at benytte den newzealandske grænseværdi, der – i modsætning til f.eks. den tyske grænseværdi – gælder som et maksimalt bidrag af støv <u>ud over</u></i></p>

Kommentar fra: Franzefoss A/S, Nymølle Stenindustrier A/S. Kommentarer til udkast til slutrapport fremført i brev af 16. januar 2003.		
Afsnit	Kommentar	Reaktion til kommentar fra dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
		<p><i>baggrundsbidraget i det pågældende område. Den newzealandske grænseværdi benyttes også i Australien. Den newzealandske grænseværdi stemmer også godt overens med hollandske undersøgelser af, hvornår støvfald i udeluft generelt vil være synligt på overflader (0,1 g/m²).</i></p> <p><i>Ovenstående fremgår af rapportens afsnit 4.5 (Diskussion).</i></p>
Ikke angivet	<p>4. Det forekommer os mærkværdigt, at man ikke vælger en europæisk grænseværdi som f.eks. den tyske på 0,350 g/m²/døgn. Et sådant vilkår ville give os lige konkurrencemæssige vilkår med de lande vi omgiver os med. I de nordiske lande som vi også tit sammenligner os med, er grænseværdien i Finland 0,333 g/m²/døgn. I Norge og Sverige anvendes ikke deciderede grænseværdier, men vurderingsgrundlag. Sverige anvender dog samme værdier som i Finland, hvorimod Norge anser værdier omkring 0,266 som moderate og 0,433 for at være høje.</p>	<p><i>Den tyske grænseværdi gælder for det samlede nedfald af støv og samtidigt for summen af uopløseligt og opløseligt støv. Da der jf. ovenstående har været enighed om, at grænseværdien skulle gælde som et maximalt bidrag fra virksomheden, er den tyske grænseværdi ikke egnet. Kontrol af den tyske grænseværdi har været forsøgt udført i mange tilfælde i Danmark, men det viser sig i praksis umuligt at afgøre hvilken kilde der er årsag til eventuelle overskridelser.</i></p> <p><i>Da der i praksis kun vil være brug for at kontrollere nedfaldet af vandopløseligt støv omkring virksomheder, har det været projektgruppens indstilling, at en grænseværdi kun behøver at stille krav til det uopløselige støv.</i></p>
Ikke angivet	<p>Samtidig mener vi ikke, at rapporten dokumenterer, at den målemetode, som er udviklet af dk-TEKNIK i forbindelse med projektet, er bedre end andre metoder. Vi er stærkt betænkelige ved de betydelige usikkerheder der er ved støvmålinger generelt, samt at det er meget vanskeligt at tage højde for usædvanlige påvirkninger i måleperioderne (klimatiske, markarbejder, afgravning af overjord samt pålidelig afdækning af bidrag fra andre støvkilder etc.).</p>	<p><i>Den vindretningsbestemte metode er ikke bedre end andre metoder til at bestemme det samlede nedfald af støv i et område (bulk opsamling).</i></p> <p><i>De traditionelle bulk metoder kan imidlertid ikke bruges som et værktøj til at kontrollere et bidrag fra en virksomhed. Her har den vindretningsbestemte metode vist sig at være et effektivt værktøj til kontrolmåling. For yderligere oplysninger de forskellige metoders fordele og ulemper henvises til afsnit 3.2 (Metoder til kontrol: Måling af støvfald omkring diffuse kilder).</i></p>
Ikke angivet	<p>Det er urealistisk, at i branchen selv med støvafskærmning og intensiv vanding, vil kunne overholde et støvvilkår på 0,133 g/m²/døgn. Ved en evt. implementering må det imødeses at adskillige virksomheders driftsgrundlag bortfalder, og det vil få en betydelig afledt negativ effekt på vores kunders drift (f.eks. beton-, asfalt- og entreprenørvirksomheder).</p>	<p><i>Dette bør afklares ved den foreslåede målekampagne, som anbefales udført inden en vejledning om grænseværdi udarbejdes.</i></p>
Ikke angivet	Rapporten bør ses som et forarbejde der ikke i sig selv kan	

Kommentar fra: Franzefoss A/S, Nymølle Stenindustrier A/S. Kommentarer til udkast til slutrapport fremført i brev af 16. januar 2003.		
Afsnit	Kommentar	Reaktion til kommentar fra dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
	<p>anvendes som basis for overvejelser om fastsættelse af grænseværdier. Vi vil derfor anbefale, at såfremt man fortsat ønsker at udarbejde en vejledning vedr. støvemissioner, at der udarbejdes et gennemgribende og fuldt oplyst grundlag herfor. I den sammenhæng anbefaler vi, at der arbejdes videre med problemstillingerne som anført i punkterne 1-5.</p>	