

# Idékatalog til brug ved regulering og kontrol af diffuse emissioner af støv



Karsten Fuglsang  
Ole Schleicher  
December 2008

## Indhold

1.	Indledning .....	3
2.	Resume – anbefalinger .....	5
3.	Reduktion af støvemissioner fra åbne oplag .....	7
3.1	Primære tiltag og metoder til støvbekæmpelse.....	7
3.1.1	Drift og vedligeholdelse af oplagspladser .....	8
3.1.2	Konstruktionsmæssige tiltag .....	11
3.1.3	Tekniske tiltag.....	15
3.2	Sekundære teknikker .....	17
4.	Kontrol og monitorering af støvgener omkring diffuse kilder .....	18
4.1.	Metoder til kontrol .....	18
4.2.	Kontrol af driftsparametre .....	18
4.3.	Monitorering .....	19
4.4.	Monitorering af vindhastighed og vindretning omkring støvende oplag .....	19
4.5.	Monitorering af støv omkring støvende oplag .....	19
4.6.	Grænseværdier .....	20
5.	Referencer .....	22

## 1. Indledning

Udslip af luftforurening fra diffuse kilder og arealkilder er ikke omfattet af Luftvejledningen<sup>1</sup>.

Referencelaboratoriets styregruppe iværksatte i januar 2007 et udredningsprojekt med det formål, at vurdere behovet for, at supplere Miljøstyrelsens gældende vejledninger inden for luftområdet med anvisninger om regulering og monitorering af diffuse kilder og arealkilder. Projekt rapporten<sup>2</sup> "Diffuse emissioner og arealkilder - Vurdering af behov for regulering og monitorering" konkluderede, at der er behov for vejledning fra Miljøstyrelsen til de tilsynsførende myndigheder om regulering og kontrol af emissioner fra diffuse kilder og arealkilder.

På den baggrund har Referencelaboratoriets styregruppe iværksatte udarbejdelsen af dette "Idekatalog til brug ved regulering og kontrol af diffuse emissioner af støv", med anbefalinger for, hvordan diffuse emissioner af støv kan mindskes, og hvordan en kontrol kan udføres.

Målgruppen er myndigheder i forbindelse med regulering af virksomheder, og virksomhederne i forbindelse med indførelse af foranstaltninger til reduktion af diffuse emissioner.

Idekataloget fokuserer på diffuse støvemissioner, hvor behovet for vejledning omkring regulering og kontrol vurderes at være mest udtalt. Der er tale om regulering af ikke-sundhedsskadeligt støv, fra udendørs oplag.

Eksempler på typiske kilder til diffuse emissioner af støv, der kan give anledning til krav om regulering og kontrol er:

- Oplag og håndtering af:
  - kul
  - flyveaske
  - slagger
  - træspåner/savsmuld
  - grus, ler og sten
  - metalskrot
  - korn
  - cement
  - kalk
  - kompostering
  - formaling af østers/muslingeskaller
- Åbne porte og vinduer på industrielle anlæg:
  - tørring af korn og foderstof (ved påslag)
  - sandblæsning
- Entreprenørarbejder:
  - udgravning
  - transport af bortgravet materiale
  - Knusning af beton og tegl
  - Facaderensning
- Drift af landbrug:
  - håndtering af korn og halm
  - jordfygning ved markarbejde
- Lastning/losning af skibe:
  - Håndtering af støvende produkter i havne

<sup>1</sup> Miljøstyrelsens vejledning nr. 2/2001

<sup>2</sup> Diffuse emissioner og arealkilder - Vurdering af behov for regulering og monitorering. Ref-Lab rapport nr. 41-2007. Karsten Fuglsang

Idékataloget er udarbejdet med udgangspunkt i BREF-dokumentet "Emissions from Storage" /<sup>1</sup>/ regler for diffust støv i Nederlands Emission Guidelines for Air /2/ og på basis af erfaringer indhentet af Referencelaboratoriet. Erfaringsindsamlingen baseres dels på opgaver udført inden for kortlægning og bekæmpelse af støvgener, og dels gennem samtaler med danske regioner og kommuner.

BREF-dokumentet indeholder konkrete forslag og tekniske anvisninger på tiltag til forebyggelse og bekæmpelse af diffus emission fra oplag og håndtering af faste og flydende stoffer samt gasser

I de hollandske retningslinjer er der for 5 klasser af støvtyper opdelt efter deres tilbøjelighed til støvflugt og befugtning, krav til tekniske tiltag og krav til drift afhængigt af vindstyrken.

Med baggrund i dette materiale er der denne oversigt over anbefalet regulering af udendørs oplag og håndtering for de mest forekommende støvtyper.

I konkrete sager kan det anbefales at søge uddybende viden og beskrivelse i de to referencer:

1. BREF-dokumentet kan downloades via dette link: [Emissions from Storage](#).
2. Den hollandske luftvejledning findes på Engelsk, og kan downloades fra [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl). Dette link leder direkte til materialet: [Infomil Publications](#), hvor kapitel 3.8 og 4.6 vedrører regulering af diffus støvemission.

I den hollandske luftvejledning /2/ er der en række anvisning for regulering af støvemission fra forarbejdning, transport, oplagring, samt læsning og losning af støvende materialer.

Støvende materialer inddeles i 5 klasser, baseret materialets tilbøjelighed til støvflugt og evnen til befugtning:

- S1. Stor tilbøjelighed til støvflugt - ikke muligt at befugte
- S2. Stor tilbøjelighed til støvflugt - kan befugtes
- S3. Moderat tilbøjelighed til støvflugt - ikke muligt at befugte
- S4. Moderat tilbøjelighed til støvflugt - kan befugtes
- S5. Ingen eller kun ringe tilbøjelighed til støvflugt

Med udgangspunkt i de 5 kategorier skal virksomheder grundlæggende pålægges at forebygge diffuse emissioner mest muligt gennem angivne primære og sekundære tiltag, som beskrevet i kapitel 3, og der må ikke forekomme synlig støvafgivelse fra kilderne. Dette er suppleret med regler for oplagring, håndtering og transport, som afhængigt af støvtypen regulerer driften i forhold til vindhastigheden.

## 2. Resume – Anbefalinger

I nedenstående tabel er en samlet oversigt over anbefalinger til regulering af udendørs oplag og håndtering af de mest almindeligt forekommende materialer. Der angives henvisninger til nærmere omtale af de relevante primære og sekundære tiltag der er beskrevet i kapitel 3. Det anbefales at krav til regulering af driften i forhold til vindhastighed, også tager hensyn til vindretningen i forhold til eventuelle naboer og gener for dem.

**Tabel 1.** Samlet oversigt over anbefalinger.

Materiale (typiske eksempler)	Materialets tilbøjelighed til at spredes med vinden	Oplagring (længerevarende)	Håndtering (lastning/losning)	Transport
Formålet kul Cement Bentonit Mel Vandfrit fosfat Formålet talkum Findelt svovl* findes det i dk ?	Stor tilbøjelighed til støvflugt. Ikke muligt at befugte	Lukket eller overdækket område (silo, lagerhal el.l.). Diffuse emissioner fra porte og udluftninger skal undgås 3.1.1 #1 3.1.2 #1 3.1.3 #1	Må ikke håndteres udendørs ved vindhastigheder, der er > 8 m/s.  Må kun håndteres med lukkede grabs/skovle, og grabben må først åbnes i lad eller beholdere efter den er sænket under vindskærm/læforanstaltning. 3.1.1 #1 3.1.2 #1 3.1.3 #1	Al transport skal foregå i lukkede systemer og containere 3.1.1 #1 3.1.2 #1 3.1.3 #1
Anthracit (kul-type) Pyrit Fint sand	Stor tilbøjelighed til støvflugt. Kan befugtes	Lukket eller overdækket område (silo, lagerhal el.l.) 3.1.1 #1 3.1.2 #1 3.1.3 #1	Må ikke håndteres udendørs ved vindhastigheder, der er > 8 m/s Udendørs håndtering muligt hvis støvdannelse kan bekæmpes ved vanding. Må kun håndteres med lukkede grabs/skovle, og grabben må først åbnes i lad eller beholdere efter den er sænket under vindskærm/læforanstaltning. 3.1.1 #1, 2, 3 3.1.2 #1 3.1.3 #1, 2	Transport skal så vidt muligt foregå i lukkede systemer og containere. Gravearbejde skal foregå under hensyntagen til at reducere støvemissionen (lav faldhøjde, befugtning, mm) 3.1.1 #1, 2, 3, 4 3.1.2 #1, 2, 3 3.1.3 #1, 2
Korn (rug, hvede, malt, majs mm.) Træpiller Gødning (superfosfat) Gips Knust talkum	Moderat tilbøjelighed til støvflugt. Ikke muligt at befugte	Lukket eller overdækket område (silo, lagerhal el.l.) 3.1.1 #1 3.1.2 #1	Må ikke håndteres udendørs ved vindhastigheder, der er > 14 m/s  Håndteres med lukkede grabs/skovle, og grabben bør først åbnes i lad eller beholdere efter den er sænket under vindskærm/læforanstaltning. 3.1.1 #1, 2, 3, 5 3.1.2 #1 3.1.3 #1	Transport skal foregå i lukkede containere, eller i overdækket lad/lastvogn. 3.1.1 #1, 2, 3, 4 3.1.2 #1, 2, 3 3.1.3 #1

Materiale (typiske eksempler)	Materialets tilbøjelighed til at spredes med vinden	Oplagring (længerevarende)	Håndtering (lastning/losning)	Transport
Brunkul er der nogen der bruger brunkul i dk ?? Kul Groft sand (til murværk/beton)	Moderat tilbøjelighed til støvflugt Kan befugtes	Udendørs, åbent oplag. 3.1.1 #1, 3 3.1.2 #2, 4, 5, 6	Må ikke håndteres udendørs ved vindhastigheder, der er > 20 m/s  Vanding skal så vidt muligt ske ved håndtering/lastning og losning. 3.1.1 #1, 2, 3, 4, 5, 6 3.1.2 #1, 2, 3, 4, 5, 6 3.1.3 #1, 2	Transport i lukkede containere, eller i overdækket lad/lastvogn.  3.1.1 #1, 2, 3, 4, 5, 6 3.1.2 #1, 2, 3, 4, 5, 6 3.1.3 #1, 2
Grus Kalksten	Ingen eller kun ringe tilbøjelighed til støvflugt	Udendørs, åbent oplag  3.1.1 #1, 3 3.1.2 #2, 4, 5, 6	Må ikke håndteres udendørs ved vindhastigheder, der er > 20 m/s 3.1.1 #1, 2, 3, 4, 5, 6 3.1.2 #1, 2, 3, 4, 5, 6 3.1.3 #1, 2	Transport i lukkede containere, eller i overdækket lad/lastvogn.  3.1.1 #1, 2, 3, 4, 5, 6 3.1.2 #1, 2, 3, 4, 5, 6 3.1.3 #1, 2

### 3. Reduktion af støvemissioner fra åbne oplag

BREF-dokumentet "Emissions from Storage"/1/ er en horisontal BREF, hvilket vil sige, at den generelt dækker alle aktiviteter i IPPC direktivets Annex I. Den dækker alle aktiviteter indenfor oplag, transport og håndtering af væsker, flydende gasser og faste stoffer og materialer uanset i hvilken industri det drejer sig om. Den behandler emissioner til luft, jord og vand, men den største vægt er lagt på emissioner til luften, og her er der yderligere fokuseret på støvemission fra oplag, håndtering og transport af faste stoffer og materialer.

BREFen angiver en række metoder og tiltag til at forhindre eller reducere støvemissionen, og de inddeles i **primære** og **sekundære** tiltag:

- **Primære tiltag** omfatter alle de metoder, der kan reducere støveafgivelsen fra udendørs oplag, håndtering og transport, og disse inddeles i
  - **Organisatoriske tiltag** – dvs. indgreb fra operatøren
  - **Konstruktionsmæssige tiltag** – dvs. fysiske konstruktioner, der reducerer støvdannelse og støvafgivelse
  - **Tekniske tiltag** – dvs. valg af teknikker, der giver mindre støvemission
- **Sekundære tiltag** er teknikker og metoder der reducerer støvemissionens udbredelse.

Tabel 2 giver en generel oversigt over inddelingen af støvbegrænsende tiltag.

**Tabel 2.** Generel oversigt over metoder og teknikker til reduktion af støvemissioner fra oplag og transport af støvende materiale. Udarbejdet med udgangspunkt BREF-dokument /1/.

Tiltag til at reducere støvemissioner fra oplag af støvende materialer			Beskrivelse
Primære tiltag	Organisering og planlægning	Monitering	Afsnit 4.5
		Drift og vedligeholdelse af oplagspladser	Afsnit 3.1.1
		Drift afhængigt af vindhastighed og retning	Afsnit 3.1.1
	Konstruktionsmæssige tiltag	Overdækning, tagdækning, opbevaring i siloer eller beholdere	Afsnit 3.1.2
		Optimering af kørselsarealer	
		Vindskærme, beplantning og volde	
	Tekniske tiltag	Valg af transport-, lastnings- losningsteknikker, der er mindst muligt støvende (BAT)	Afsnit 3.1.3
Befugtning mhp. at fastholde partikler på overflader			
Sekundære tiltag	Sprayvanding til dæmpning af udbredelsen af luftbårne partikler	Afsnit 3.2	
	Filtrering af ventilation og udluftning fra overdækkede oplag eller siloer.	Afsnit 3.2	

#### 3.1 Primære tiltag og metoder til støvbekæmpelse

I de følgende tabeller gives en oversigt over hyppigst anvendte konkrete metoder til støvbekæmpelse og deres fordele og ulemper opsummeres.

### 3.1.1 Drift og vedligeholdelse af oplagspladser

#	Støvbegrænsende tiltag	Beskrivelse	Fordele	Ulemper	Økonomi	Typiske anvendelsesområder
1	<b>Planlægning af arbejdets udførelse med skriftlige arbejdsprocedurer, samt tilsyn og opfølgning</b>	En grundig instruktion, opfulgt af en skriftlig beskrivelse af arbejdsprocedurer, vil kunne medføre en mere effektiv støvkontrol. Løbende inspektion og kontrol med arbejdsgangen er ligeledes afgørende.	Operatørens handlinger i forbindelse med drift af anlæg på oplagspladser er i sagens natur af afgørende betydning når støvemissionen skal holdes på et lavt niveau.	Ingen nævneværdige, bortset fra krav til grundig instruktion. Arbejdsprocessen kan i visse tilfælde tage lidt længere tid.	Lav	Alle typer anlæg
2	<b>Reduktion af materialets faldhøjde ved læsning og losning</b>	Chauffører/kranførere bør via instruktioner indskræpkes, at grabben eller ladet bør sænkes mest muligt ved transport af materiale. Herved reduceres faldhøjden, og støvdannelsen mindskes. Ifølge hollandske regler /2/ bør faldhøjden reduceres til 1 meter.	En enkel metode til at mindske støvdannelse ved læsning, losning og flytning af materialer.	Ingen nævneværdige, bortset fra krav til grundig instruktion. Arbejdsprocessen kan i visse tilfælde tage lidt længere tid.		
3	<b>Ændring af arbejdsgangen i tilfælde af kritiske vindsituationer</b>	Arbejdsinstruktionen kan indeholde, at vindhastighed og vindretning følges løbende. Herved kan operatøren gribe ind i arbejdsoperationen og ændre driften, så støvende processer på særligt udsatte steder indstilles, ændres eller flyttes. De Hollandske regler fra <a href="#">Infomil Publications /2/</a> , giver specifikke anvisninger på hvilke materialer opdelt i 5 klasser der må håndteres udendørs afhængigt af vindhastigheden (se kort beskrivelse på side 4). Dette regelsæt foreslås anvendt som udgangspunkt for eventuelle krav til driften i forhold til vindhastighed.	Dette vil kunne reducere støvbelastningen i omgivelserne og mindske klager, der ofte opstår ved høje vindhastigheder.	Produktionstab ved reduceret drift. Kræver installation og drift af vindmåler og opsamling/visning af målte vinddata.	Den økonomiske konsekvens af produktionstab afhænger af anlægstypen.	Der findes flere eksempler på at vindmålere anvendes i Danmark, f.eks. ved kuloplag.



#	Støvbegrænsende tiltag	Beskrivelse	Fordele	Ulemper	Økonomi	Typiske anvendelsesområder
4	<b>Hastighedsbegrænsning</b>	Mængden af støv, der ophvirvles fra kørselsveje til og fra støvende oplag, kan begrænses ved at indføre en lav hastighedsgrænse (f.eks. til max. 10-15 km/time). Som tommelfingerregel vil en halvering af hastigheden medføre en halvering af støvemissionen /3/.	Støvemissionen fra tilkørselsveje reduceres. Denne kilde er ofte væsentlig, hvis en stor del af transporten til og fra oplaget foregår ved vejtransport.	I forhold til interne chauffører er det ofte vanskeligere at få eksterne chauffører til at overholde lave hastighedsgrænser.	Meget lav omkostning	Kan benyttes på alle typer tilkørselsveje
5	<b>Rengøring</b>	Oprydning efter spild, renholdelse af overflader, herunder til- og frakørselsveje. Båndtransportørers returløb skal forsynes med effektive båndrensingsforanstaltninger, så man undgår at materiale, der hæfter til båndet, trækkes med tilbage og kan falde af og hvirvles op.	Enkel metode til at mindske støvafgivelsen fra åbne overflader.	Ingen, bortset fra krav til grundig instruktion	Lav	
6	<b>Hjulvask</b>	Vask af hjul på lastbiler ved udkørsel fra områder med støvende processer, herunder byggepladser.				

**Figur 1.** Kulbunker ved Enstedværket i Åbenrå. Væggen opført vest for værket (tv. på billedet) er en støjskærm. Foto: [www.dongenergy.com](http://www.dongenergy.com)



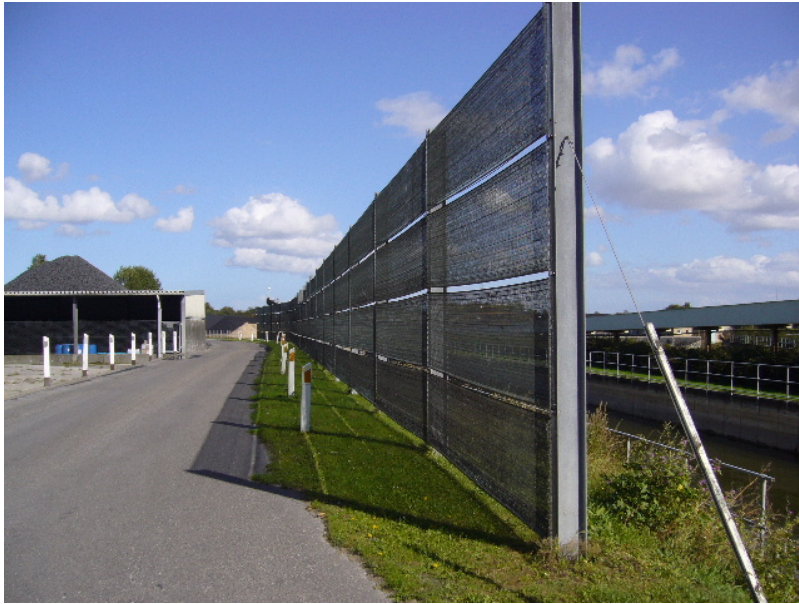
### 3.1.2 Konstruktionsmæssige tiltag

#	Støvbegrænsende tiltag	Beskrivelse	Fordele	Ulemper	Økonomi	Typiske anvendelsesområder
1	<b>Overdækning, indkapsling</b>	<p>Overdækning er i sagens natur en meget effektiv metode til støvreduktion. Muligheden for overdækning bør altid overvejes i forbindelse med planlægningen. Forskellige overdækningsmuligheder er beskrevet i /1/, herunder fast tag, siloer, kupler, presenninger, mm.</p> <p>Indkapsling af transportbånd er en effektiv metode til minimering af støvemissioner under transport og overførsel af materiale.</p> <p>De mest effektive mht. støvbegrænsning er lukkede konstruktioner med kontrolleret ventilation. Udsugning til filter bør ske fra f.eks. lukkede transportbånd, specielt omlastestationer og ved udmadning.</p> <p>Større siloer implementeres sjældent alene for at begrænse støvemissionen fra oplag. Oftest er der andre hensyn, herunder pladsforhold og hensyn til beskyttelse af produktet mod vejrlig. I Tyskland er der dog tilfælde, hvor bl.a. gips opbevares i siloer for at begrænse støvemissionen.</p> <p>Mindre siloer/fødekasser anvendes ofte i forbindelse med overførsel og påfyldning af støvende materiale.</p>	<p>Overdækning af støvende arealer og oplag eller indkapsling af processer er den mest effektive metode til at reducere støvemissioner til det omgivende miljø.</p>	<p>Praktiske, økonomiske og/eller arbejdsmiljø-mæssige grunde kan umuliggøre overdækning og indkapsling.</p> <p>Kan ikke anvendes, hvor støvende materiale udvindes, lastes eller losses fra et større geografisk område. Eks. er grusgrave, kuldepoter og havnearealer.</p> <p>Når der er tale om brændbart støv (feks. træstøv) kan brandmæssige forhold også vanskeliggøre en hel eller delvis overdækning.</p> <p>Overdækning kan medføre stigende støvkoncentrationer i arbejdsmiljøet. Ofte vil personalet lade porte og vinduer stå åbent i arbejdstiden for at øge luftsiftet, og derved forårsager diffuse udslip af støv.</p>	<p>Anlægsomkostning kan være betydelig, men driftsomkostning ofte minimal.</p>	<p>Indkapsling af enhedsoperationer, transportbånd, og overdækning af støvende oplag.</p>

#	Støvbegrænsende tiltag	Beskrivelse	Fordele	Ulemper	Økonomi	Typiske anvendelsesområder
2	<b>Befæstelse af kørselsarealer</b>	Asfaltering eller stenbelægning af kørselsveje vil kunne dæmpe ophvirvling fra arealer, hvor kørsel foregår. Anvendes ofte på til- og frakørselsveje, som ofte udgør en væsentlig kilde til støv. Det kan også være væsentligt at se på befæstelse af vejenes rabatter, især på smalle veje, for vindsuget bag en lastbil, vil også hvirvle støv op fra rabatten.	Rengøring er langt mere effektiv på faste overflader, og ophvirvling af deponerede partikler fra kørselsveje minimeres derved.	Kan af praktiske grunde ikke anvendes på oplag, hvor materialet ofte flyttes rundt (f.eks. grusgrave).	Anlægsudgifter til overfladebelægning	Alle typer anlæg med fast deponering.
3	<b>Anlægning af kortest mulige transportveje</b>	Støvemissionen fra transport til og fra oplaget kan reduceres ved at minimere den vejlængde, der skal køres fra oplaget og til offentlig vej.	Støvemissionen fra tilkørselsveje reduceres. Denne kilde er ofte væsentlig, hvis en stor del af transporten til og fra oplaget foregår ved vejtransport.	Ingen	Lav	Kun relevant ved kørsel på store anlægs og oplagsområder.
4	<b>Vindskærme, beplantning og volde</b>	Læskærme kan udføres som faste vægge eller som bunker. Bunkerne kan bestå af det materiale, der oplagres, eller af jord. For at begrænse ophvirvling af partikler fra jordvolden kan overfladen med fordel beklædes med græs eller anden vegetation. Vindskærme, der består af net eller af høje træer (feks. piletræer) kan også anvendes. Vindskærme med 50% porøsitet har stort set samme effektivitet som faste vindskærme. Vindskærme bør mindst have følgende dimensioner: <ul style="list-style-type: none"> <li>- højde = bunkens højde</li> <li>- længde = bunkens længde ved jordoverfladen</li> <li>- afstand til bunken ved jordoverfladen = 1 x bunkens højde</li> </ul> Ref.: Stunder and Ayra (1988) (refereret i Good practice .NZ) Ved placering af vindskærme skal man være opmærksom på, at den største effektivitet af vindskærme fås når de er placeret i vindsiden i forhold til bunkerne.	Metoden er enkel og medfører ingen driftsomkostninger og kan være ganske effektiv. Fast vindskærme reducerer også evt. støj fra aktiviteter på oplagspladsen.	De relative høje omkostninger medfører, at metoden kun anvendes ved længerevarende oplagring.	Høj	Anvendes ofte omkring f.eks. kulbunker, skrotbunker og grusgrave.

#	Støvbegrænsende tiltag	Beskrivelse	Fordele	Ulemper	Økonomi	Typiske anvendelsesområder
5	<b>Placering af bunker på langs i forhold til vinden</b>	Aflange bunker bør så vidt muligt placeres på langs i forhold til de hyppigst forekommende vindretninger (som i Danmark er sydlige og vestlige). Dette vil reducere støvbelastningen under disse vindretninger, fordi støvafgivelsen primært sker på grund af hvirveldannelse på bagsiden af bunken, og bagsiden er mindst når vinden blæser på langs af en lang bunke.	Billig metode.	Kan kun anvendes hvis der er plads til at placere bunken på denne måde, og hvis adgangsveje tillader det.	Normalt ingen nævneværdig ekstraomkostning	Bunker, hvis der er følsomme områder (eks. boliger) nord- eller øst for bunkerne. Anvendes fortrinsvis til bunker, der langtidsoppbevares.
6	<b>Begrænsning af højden på bunker af støvende oplag</b>	Jo højere bunke, jo mere turbulens dannes på læsiden, og jo mere støv hvirvles der op. Lave bunker giver mindre turbulens på læsiden.	Billig metode.	Pladskrævende: Lavere bunker kræver større areal til oplaget.	Kan medføre lidt højere omkostninger pga. øgede pladskrav.	I princippet alle områder.

**Figur 2.** Porøs vindskærm til reduktion af lugtemission fra vandoverflade i bassin, men samme princip kan anvendes i forhold til støv.



### 3.1.3 Tekniske tiltag

#	Støvbegrænsende tiltag	Beskrivelse	Fordele	Ulemper	Økonomi	Typiske anvendelsesområder
1	<b>BAT: Valg af de mindst støvende enhedsoperationer til transport af materialet</b>	<p>Der bør så vidt muligt vælges lukkede transportsystemer (transportbånd, transportsnegl) til transport af støvende materiale.</p> <p>Ligeledes bør grabs (pneumatiske skovle), der er lukkede for oven, foretrækkes frem for åbne grabs. Herved dæmpes støvdannelsen under grabbens bevægelser i luften.</p>	<p>Materialet, der transporteres i lukkede transportsystemer, er ikke påvirket af regnvejr. Mindre tab af råmateriale/produkt (tabet fra åbne systemer kan være stort for f.eks. kornprodukter). Minimerer tabet som følge af ophvirvling fra grabben under transporten.</p>	<p>Visuel inspektion hindres, og adgangen (ved servicetilsyn o.l.) kan blive vanskeliggjort i lukkede systemer.</p> <p>Ingen umiddelbare ulemper.</p>	<p>Afhænger af typen af transportbånd. Ingen nævneværdige ekstraomkostninger.</p>	<p>Alle typer oplag, transport af støvende materiale ved havne, mm.</p> <p>Grus, jord, kul, mm..</p>
2	<b>Vanding</b>	<p>Befugtning af materiale og overflader på kørselsveje er en kendt og effektiv teknik til at dæmpe støvdannelsen.</p> <p>Sprinkleranlæg anvendes ofte på f.eks. oplag af kul, flyveaske, slagge, jord eller grus. Sprinkling af større oplag kan foregå ved hjælp af traditionelle markvandingsanlæg, eller ved dyser, der påfører små vanddråber. Med dyser kan vandet fordeles bedre. Det er væsentligt at hele overfladen på bunken befugtes løbende, og at der ikke finder udtørring sted i varme perioder.</p> <p>Vandtæpper, der kan påføres transportbånd eller slisker for at binde partikler til materialet.</p>	<p>Ved befugtning af overflader på støvende oplag opnås en effektiv reduktion af støvdannelsen.</p>	<p>Metoden er begrænset til materialer, der kan tåle vand. Eksempler på produkter, der ikke kan tåle vanding, er kornprodukter og kemikalier. 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.</p> <p>I frostperioder kan vandingsanlæg ikke benyttes uden tilsætning af frostsikring. Støvdannelse ved f.eks. håndtering af materialet vil derfor ikke</p>	<p>Løbende driftsomkostninger ved drift vurderes at være forholdsvis lave.</p>	<p>Anvendes ofte i forbindelse med oplag af kul, flyveaske, slagge, jord eller grus.</p>

#	Støvbegrænsende tiltag	Beskrivelse	Fordele	Ulemper	Økonomi	Typiske anvendelsesområder
				kan reduceres effektivt i frostperioder. Dette problem kendes fra bl.a. kulbunker i Danmark.		
3	<b>Kemisk støvbinding</b>	<p>Tilsætning af kemikalier til vandingen kan reducere den diffuse støvemission væsentligt, specielt fra ubefæstede veje og arealer. De fleste støvbindere skal tilføres med regelmæssige mellemrum, som kan være uger eller måneder.</p> <p>Kemikalier, der kan anvendes til binding af støvpartikler, inddeles i 6 grupper /4/:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overfladeaktive stoffer. Kemikalier der reducerer vandets overfladespænding, som bevirker, at vandet meget lettere befugter partiklernes overflade, og får dem til at klumpe sammen.</li> <li>2. Vandbindende salte. som absorberer vand, når den relative fugtighed er større end ca. 50 %.</li> <li>3. Emulsioner af harpiks eller mineralolie. 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.</li> <li>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.</li> <li>5. Bitumen. Bitumen eller andre olieprodukter, der virker ved at klistre støvpartiklerne sammen.</li> <li>6. Sortlud (lignosulfonater). Restprodukt fra papirmassefremstilling, som tilføres som en vandig opløsning, der giver et klistret men vandopløseligt lag, der holder på støvpartiklerne på ubefæstede arealer (sortlud benyttes så vidt vides ikke til støvbinding i Danmark).</li> </ol>	Støvpartikler kan bindes væsentligt mere effektivt i forhold til vanding uden additiver.	Det skal sikres, at brugen af kemiske støvbindere 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. 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.	Løbende driftsomkostninger ved drift varierer alt efter hvilket kemikalie, der anvendes.	Uorganiske stoffer, der tåler vand, eksempelvis kul, grus og sand.



### 3.2 Sekundære teknikker

Sekundære teknikker omfatter metoder, der reducerer allerede ophvirvlet støv. Sekundære teknikker bør kun benyttes, hvis det ikke er muligt eller tilstrækkeligt at bruge primære teknikker. I forbindelse med stationære kilder – dvs. emissioner, der sker via f.eks. ventilationsafkast og skorstene – kaldes sekundære teknikker også for "end-of pipe" løsninger. I sagens natur er det vanskeligere og mere omkostningskrævende at indføre "end of pipe" teknikker til diffuse emissioner, som typisk sker fra større områder eller arealer.

Der er dog eksempler på sekundære teknikker til bekæmpelse af støv fra diffuse kilder. Et eksempel er sprayvanding, der kan bruges til at reducere spredningen af luftbårne partikler. Figur 1 viser et eksempel fra Holland, hvor udbredelsen af støv fra byggepladser begrænses ved hjælp af en spraykanon.

**Figur 3.** En spraykanon, der med vanddråber reducerer udbredelsen af støv fra byggeplads. Kilde: [www.dehaco.nl](http://www.dehaco.nl)



Ofte vil det være nødvendigt at montere partikelfiltrering på udluftninger fra indkapslede maskiner eller fra områder med håndtering af støvende materiale. En sådan filtrering betragtes også som en sekundær teknik til støvreduktion.

## 4. Kontrol og monitoring af støvgener omkring diffuse kilder

### 4.1. Metoder til kontrol

Tilsynsmyndigheden bør gennem krav i miljøgodkendelsen sikre, at effekten af de støvbegrænsende tiltag er tilstrækkelig, og at effekten bibeholdes vedvarende. En formulering i miljøgodkendelser som f.eks. "virksomheden må ikke give anledning til støvgener i omgivelserne" kan være udmærket som et overordnet krav. Kravet er imidlertid hverken operationelt for virksomheden eller myndigheden, hvis det ikke suppleres af mere specifikke krav til kontrol og monitoring. Metoder til kontrol og monitoring kan være

- Kontrol af driftsparametre
- Monitoring

### 4.2. Kontrol af driftsparametre

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 krav om indkapsling, udsugning, støvreduktion ved vanding, anvendelse af støvbindere, vindskærme, hastighedsgrænser for kørsel osv.

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 både kender anlæggene og arbejdsrutinerne, og normalt også de væsentligste støvkilder. De krævede tiltag og ændringer i arbejdsrutiner kan erfaringsmæssigt bedst gennemføres i en dialog mellem tilsynsmyndigheden og virksomheden. Er der tale om krav om tekniske ændringer, vil de ofte være en fordel at inddrage eventuelle leverandører og rådgivere i dialogen.

### 4.3. Monitering

Monitering med henblik på reduktion af støvbelastningen omkring støvende oplag kan udføres på flere måder:

- Monitering af støvbelastningen i området. Som beskrevet i afsnit 4.5 kan dette ske i form af:
  - Visuel inspektion i situationer med særlig stor risiko for støvdannelse.
  - Direkte måling af støvbelastningen.
- Direkte måling af vindhastighed og vindretning. Ved at holde øje med vindforholdene kan man ved høje vindhastigheder og særligt udsatte vindretninger suspendere visse aktiviteter (eller iværksætte andre støvreducerende foranstaltninger), og derved forhindre støvgener hos naboer e.lign. Der henvises til afsnit 4.4.

### 4.4. Monitering af vindhastighed og vindretning omkring støvende oplag

I Holland suspenderes aktiviteter, der involverer transport af støvende materiale, hvis vindhastigheden overstiger en given vindhastighed /2/. Denne vindhastighed er afhængig af hvilket produkt, de er tale om. For en lang række produkter er de givne partiklers evne til at spredes med vinden klassificeret som vist i tabel 1.

Vindmåling benyttes på visse industri anlæg i Danmark til at styre aktiviteterne på udendørs områder med oplag af støvende materiale. Eksempler herpå er træspåner og kulbunker, hvor der på visse anlæg er særskilte regler for, hvordan forskellige typer kul skal håndteres ved forskellige vindhastigheder. Der er også eksempler på, at danske tilsynsmyndigheder har stillet tilsvarende krav i miljøgodkendelser /4/.

### 4.5. Monitering af støv omkring støvende oplag

Monitering af støv kan udføres i form af visuel inspektion eller ved direkte måling af støvbelastningen i området.

1. Visuel inspektion udføres ofte som et led i håndteringen af for eksempel lastning eller losning af støvende materiale. Eksempelvis ved visuel inspektion af kul, der losses fra skibe. I tilfælde, hvor særlig støvende kultyper håndteres ved losning, placerer Enstedværket miljøvagter i omgivelserne, og disse miljøvagter skal omgående rapportere, hvis der observeres nedfald af støv i omgivelserne. Herved kan losningen suspenderes. Visuel inspektion er en simpel metode, som vil være enkel at indføre, så længe disponible ressourcer er til rådighed. Ved længevarende perioder med kritiske vindforhold vil metoden dog være relativt omkostningskrævende.
2. Direkte måling af støvbelastningen. Målingen vil i givet fald udføres for *svævestøv* (totalstøv eller PM<sub>10</sub>) eller for *støvfald* /4/. Direkte måling kan anvendes i form af:
  - a. Kontinuert, permanent monitering af støvkoncentrationer. Støvbegrænsende tiltag vil kunne iværksættes, når støvbelastningen stiger i omgivelserne. Permanent installerede støvmålinger i udeluften omkring støvende oplag er relativt bekostelige og kendes ikke anvendt i Danmark.
  - b. Kampagnemålinger, som typisk iværksættes som følge af klager over støvgener i nærområdet omkring virksomheden. Kampagnemålinger iværksættes i Danmark ofte for støvnedfald, men der er også eksempler på målinger af svævestøv. Da klagerne altid opstår på grund af støvnedfald (der typisk består af partikler, der er større end 20-50 µm), anbefales målinger primært rettet mod nedfald af støv. Metoder til støvfaldsmåling er nærmere beskrevet i /4/. Kampagnemålinger bør udføres over mindst 3 måneder for at opnå brugbare, repræsentative resultater. I dag foretrækkes

ofte vindretningsbestemte målinger af støvnedfald, da disse kan give mere præcise informationer om, hvor støvet kommer fra. Klæbefoller kan også være nyttige til støvfaldsopsamling, specielt til at måle belastningen over kortere perioder. Figur 4 viser et eksempel på en måling med en vindretningsbestemt opsamler til støvnedfald.

**Figur 4.** Eksempler på kampagnemåling ved brug af vindretningsbestemt støvfaldsopsamler "MET-DUST": Måling for støvnedfald nær ved en grusgrav (a), og måling nær et metalskrotanlæg (b). Foto: FORCE Technology.



## 4.6. Grænseværdier

### Nedfald af støv

Der er i Danmark ikke fastsat nogen grænseværdier for nedfald af støv.

Miljørapport nr. 879 /4/ anbefaler, at der for ikke-sundhedsskadeligt støv benyttes en grænseværdi på 0,133 g/m<sup>2</sup>/døgn som maksimal bidragsværdi for uopløseligt støvfald, målt over en måned. Denne grænse er fastsat med det formål at forebygge gener i omgivelserne, dvs. klager på grund af deponering af synligt støv. 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.

Grænseværdien på 0,133 g/m<sup>2</sup>/døgn har været benyttet til sammenligning med måleresultater opnået i forbindelse med vindretningsbestemte målinger (jf. afsnit 4.5 pkt. 2b), bl.a. omkring en grusgrav i Svogerslev, og på havneområder i Horsens og Åbenrå. Erfaringerne er indtil videre gode, idet der er fundet forholdsvis gode overensstemmelser mellem modtagne eller forventede klager og observerede støvniveauer.

Det skal dog bemærkes, at der for støv af særligt generende art, som for eksempel jernholdigt støv omkring skrotbunker, kan være klager på trods af en forholdsvis lav støvbelastning (målt som uopløst støv i g/m<sup>2</sup>/døgn). Disse klager kunne i en konkret case (støvbelastning omkring oplag af metalskrot) imidlertid relateres til et højt jernindhold i det deponerede støv fra kildeområdet. Dette understreger vigtigheden af, at man skelner mellem særligt generende, korrosivt eller synligt støv, og "inert" støv som for eksempel støv fra oplag af grus eller jord.

I forbindelse med korrosivt støv - som for eksempel "flyverust" fra oplag af metalskrot - anbefales det, at der udføres supplerende kemiske analyser af det opsamlede støv. Disse analyser kan vise om der er indikationer for, at støvet fra kildeområdet i forhold til baggrundsbelastningen indeholder særligt store mængder af det pågældende stof.

### Svævestøv, respirabelt støv

EU's gældende grænseværdier for partikler i udeluft er vist i tabel 3. Disse grænseværdier gælder for udeluft generelt, og derfor også for f.eks. områder beliggende nær støvende oplag. PM<sub>10</sub> omfatter partikler, der er mindre end 10 µm, og PM<sub>2,5</sub> omfatter partikler, der er mindre end 2,5 µm.

**Tabel 3.** EU's grænseværdier for partikler i udeluft /5/.

Partikelfraktion	Grænseværdi	Midlings-tid	Definiton	Antal tilladte overskridelser pr. år
Partikler (PM <sub>2,5</sub> )	25 µg/m <sup>3</sup>	1 år	Målværdi, der træder i kraft 1.1.2010. Træder i kraft som grænseværdi 1.1.2015.	-
	20 µg/m <sup>3</sup>	1 år	Foreslået værdi, se note (iii)	-
Partikler (PM <sub>10</sub> )	50 µg/m <sup>3</sup>	24 timer	Grænseværdi, der trådte i kraft 1.1.2005.	35
	40 µg/m <sup>3</sup>	1 år	Grænseværdi, der trådte i kraft 1.1.2005.	-

### Stofspecifikke grænseværdier

Det forventes, at EU inden længe fastsætter grænseværdier for deposition af metaller. I Tyskland fandtes indtil for få år siden grænseværdier for arsen, bly, cadmium, nikkel, kviksølv og thallium /6/, men disse grænseværdier er ikke længere gældende, da man afventer EU's grænseværdier.

I EU's 4. datter direktiv (2007/107/EF) nævnes specifikt, at der skal fastsættes grænseværdier for deposition af metaller. På den baggrund er der en CEN standard for måling af deposition af metaller under udarbejdelse, og den foreligger i en foreløbig udgave, PrEN 1541, Air Quality – Ambient air – determination of lead, nickel, arsenic and cadmium in atmospheric deposition /7/.

<sup>iii</sup> Den foreslåede, nye grænseværdi for PM<sub>2,5</sub> på 20 µg/m<sup>3</sup> tages op til revision i 2013 på basis ny viden vedrørende sundhedsvirkning og teknisk gennemførlighed.

## 5. Referencer

Blå tekst er direkte links til referencen.

- 1 Reference Document on Best Available Techniques on [Emissions from Storage](#). European Commission, July 2006.
- 2 Nederlands Emission Guidelines for Air (2004). Afsnit 3.8 og 4.6. [Infomil Publications](#).
- 3 [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.
- 4 Fuglsang, K., Schleicher, O. og Oxbøl, A. (2003). Baggrundsdokument for fastsættelse af grænseværdi for nedfald af støv og regulering af støvemissioner fra diffuse kilder. Rapport fra Miljøstyrelsen. [Miljøprojekt nr. 879](#).
- 5 [Direktiv 2008/50/EF af 21 maj 2008 om luftkvaliteten og renere luft i Europa](#).
- 6 Die Neue TA Luft, WEKA Media GmbH & Co. KG, Kissing, Deutschland. Stand Februar 2002.
- 7 prEN 15841. Air quality - Ambient air - Determination of lead, nickel, arsenic and cadmium in atmospheric deposition. European Standard (draft).