

# **Valg af filtre til partikler eller olietåge**

## **Guide til anskaffelsesprocessen**

**December 2017**

**Indholdsfortegnelse:**

|         |                                                                      |    |
|---------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1       | Introduktion og læsevejledning .....                                 | 3  |
| 1.1     | Baggrund for guiden.....                                             | 4  |
| 2       | Køreplan for anskaffelse af partikelfilter eller olietågefilter..... | 6  |
| 2.1     | Køreplan for anskaffelse af partikelfilter .....                     | 6  |
| 2.2     | Køreplan for anskaffelse af olietågefilter .....                     | 13 |
| 3       | Cases om anskaffelse af filtre .....                                 | 19 |
| 3.1     | Case 1: Organisk støv - træstøv .....                                | 19 |
| 3.2     | Case 2: Svejserøg .....                                              | 20 |
| 3.3     | Case 3: Olietåge fra metalbearbejdning. ....                         | 21 |
| 4       | Viden og information om filtrering og filtre .....                   | 23 |
| 4.1     | Filtre til faste partikler.....                                      | 23 |
| 4.2     | Anskaffelse af partikelfilter .....                                  | 25 |
| 4.3     | Olietågefiltre .....                                                 | 27 |
| 4.4     | Regulering af luftforurening .....                                   | 31 |
| Bilag A | Partikelfiltre .....                                                 | 32 |
| Bilag B | Olietågefiltre .....                                                 | 36 |
| Bilag C | Filtermaterialer og filterklasser .....                              | 38 |
| C.1     | Standarder.....                                                      | 38 |
| C.2     | Andre standarder til test af filtermaterialer.....                   | 40 |
| Bilag D | Eksempler på egenkontrol af partikelfiltre .....                     | 41 |
| D.2     | Rengøring af filterets renluftside .....                             | 43 |
| D.3     | Generelt om kontrol af partikelfiltre .....                          | 43 |

## 1 Introduktion og læsevejledning

Guiden er primært rettet mod virksomheder, der har behov for et filter til reduktion af partikler eller olietåge i en udsuget procesluft. Guiden tager udgangspunkt i filterløsninger til rensning af forurenede luft til omgivelserne.

### Hvorfor etablere et filter?

Typiske årsager til anskaffelse af et filter:

1. Etablering af filter på eksisterende proces efter krav fra myndighederne.
2. Udskiftning af eksisterende filter.
3. Nyt filter i forbindelse med etablering eller udvidelse af produktion.
4. Etablering af partikelfilter af egen drift for at reducere udledningen af partikler.
5. Etablering af olietågefilter af egen drift for at genbruge det kølesmøremiddel, der udskilles i et olietågefilter.

I alle tilfælde kan der være krav fra myndighederne til filterets drift og udledning, som skal kunne opfyldes med det filter, der installeres.

For virksomheder kan guiden give tilstrækkelig indsigt i problemstillinger og muligheder, til at virksomheden sammen med leverandører og eventuelt rådgiver kan finde frem til den bedste løsning, både økonomisk og teknisk. Guiden kan også hjælpe myndigheder til en bedre forståelse af problematikkerne og muliggøre en mere kvalificeret dialog med virksomheder.

Guiden er udarbejdet af FORCE Technology og Dansk Miljøteknologi. En række filterleverandører har bidraget med viden, kommentarer, oplysninger og billeder.

Guiden er delt ind i følgende hovedområder:

- [Køreplan for anskaffelse af partikelfilter](#)
- [Køreplan for anskaffelse af olietågefilter](#)
- [Cases om anskaffelse af filtre](#)
- [Viden og information om filtrering og filtre](#)
- [Bilag med supplerende oplysning og materiale](#)

### Sådan fungerer køreplanerne

Køreplanerne giver en gennemgang af de punkter, en virksomhed skal igennem for at vælge den økonomisk og teknisk bedste filterløsning. Det filter, man vælger, bør udover at kunne rense luften tilstrækkeligt også have den mest fordelagtige kombination af investering, samlede driftsudgifter, mandetimeforbrug, driftssikkerhed, service og leveringstid.

Køreplanerne giver et forslag til en inddeling af anskaffelsesprocessen i fire faser, hvor der skal:

- A Indsamles relevante oplysninger til de filterleverandører, der ønskes tilbud fra.
- B Beskrives ønsker og krav til indhold i tilbud.
- C Findes og udvælges relevante filterleverandører (som oplysningerne under punkt A og B sendes til).

## D Vurderes tilbud og afgives ordre.

For hvert punkt er der en kort beskrivelse, som informerer om, fx hvordan de relevante oplysninger frem-skaffes, eller hvordan den bedste løsning vælges. Køreplanerne indeholder links til relevante steder i guiden med yderligere information. Links er en tekststreng med understregning. For links gælder:

- Hold Ctrl knappen ned og højre-klik med musen på linket for at åbne linket.
- Hold ALT-tasten nede og tryk på "pil til venstre" tasten for at vende tilbage til oprindelig side fra et link (ALT ←).

Køreplanen stopper ved beslutningen om valg af en tilbudt filterløsning. Den efterfølgende installation, op-start og driftsfase for filteret behandles ikke i denne guide.

Ved gennemgang af køreplanerne er der behov for at samle en række oplysninger til leverandøren. Som hjælp til dette er der til guiden vedhæftet skemaer i Word, der svarer nogenlunde til køreplanerne. Her kan man skrive de oplysninger, køreplanerne foreslår at samle sammen i processen.

Der er tre cases i afsnit 3 om anskaffelse af filtre, som følger opbygningen af køreplanerne. De tre cases er baseret på fiktive eksempler med realistiske vilkår eller påbud med krav til partikel emissionen, som forud-sætter rensning i et partikelfilter eller et olietågefilter.

Afsnit 4. "Viden og information om filtrering og filtre" giver informationer og viden om filtre, som kan give læseren baggrundsviden til bedre at kunne vurdere forhold vedrørende anskaffelse af et filter. En fuldstæn-dig gennemlæsning vil ikke være nødvendig, men kan naturligvis hjælpe læseren med at danne sig et over-blik over området.

## 1.1 Baggrund for guiden

Miljøstyrelsen har i 2015 oprettet "Partnerskab for renluftsløsninger i industrien" for perioden 1. oktober 2015 til 31. august 2017. Sekretariatsfunktionen varetages af FORCE Technology i et samarbejde med Dansk Miljøteknologi.

Der har været en følgegruppe tilknyttet partnerskabet bestående af:

Tom Elmer Christensen, KL  
Morten Løber, DI  
Jakob Müller, Miljøstyrelsen  
Mariane Hounum, Miljøstyrelsen  
Anne Jensen, Miljøstyrelsen  
Jørgen Magner, Dansk Miljøteknologi  
Henrik Hassing, FORCE Technology  
Lars K. Gram, FORCE Technology

På en workshop, som partnerskabet afholdt den 6. april 2016 i Vejle, hvor en række virksomheder, leveran-dører og interesseorganisationer deltog, var der stor enighed om en række emner, som sekretariatet kunne

arbejde med. Heriblandt var der specielt et stort ønske om at få udarbejdet en for guide til valg af procesfiltre, som kunne hjælpe specielt mindre virksomheder med at undgå fejlinvesteringer i udstyr, som ikke lever op til de krav, der stilles fra myndighedernes side.

Denne guide er resultatet af dette ønske, og den giver en køreplan for processen med valg af et procesfilter til rensning for enten partikler eller olietåge. Der suppleres med forklaringer og baggrundsmateriale, som kan bibringe den viden, der skal til for at træffe beslutninger om valg af filter.

Guiden erstatter ikke, at man orienterer sig i relevant miljølovgivning, der gælder for ens virksomhed og produktion. Det kan også være relevant at inddrage tilsynsmyndigheden, som for de fleste virksomheder er kommunens miljøforvaltning, og for øvrige er det Miljøstyrelsen.

Redaktionen af guiden er afsluttet i december 2017.

## 2 Køreplan for anskaffelse af partikelfilter eller olietågefilter

### 2.1 Køreplan for anskaffelse af partikelfilter

Køreplanerne indeholder links til relevante steder i guiden med yderligere information.

- Hvis du har fulgt et link og ønsker at returnere til der, hvor du kom fra, benyt tastekombinationen ALT ← (ALT-tast nede og "pil til venstre" tast).

| A Indsamling af oplysninger (til filterleverandør) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A 1</b><br><b>Partikeltype og proces</b>        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Typen af partikler fx træstøv, metalpartikler, melstøv.</li><li>• Hvilken proces partiklerne kommer fra.</li><li>• ATEX zone klassificering, hvis støvet er eksplosivt.</li></ul> <p>Oplysninger om processen, der afgiver partiklerne, vil for en erfaren filterleverandør ofte være tilstrækkeligt til at karakterisere partiklerne (for almindelige og udbredte processer med velkendte partikler, fx blæserensning af metalemner med stålgrits eller savning og fræsning i MDF plader<sup>1</sup>).</p> <p>For ualmindelige og mindre udbredte processer (fx med håndtering eller bearbejdning af specielle materialer) vil oplysninger om procesforhold og sammensætning af de materialer, der afgiver partiklerne, være relevante.</p>                                                                                                                                                                                                              |
| <b>A 2</b><br><b>Partikelkoncentration</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Koncentrationen af partikler eller mængden af partikler pr. driftstime fra processen.</li></ul> <p>Overvej som udgangspunkt, hvor meget støv der kan være i udsugningen X g/kubikmeter eller Y kg/t. Er det fx få gram pr. time, 1 kilo pr. time, 5 kilo pr. time eller 50 kg pr. time? Hvis der er et eksisterende filter, kan man opsamle og veje det, som filteret udskiller, fx over en dag eller en uge. Den opsamlede mængde divideres med antallet af driftstimer.</p> <p>Almindelig kendte processer: Erfarne filterleverandører vil vide, hvilket niveau der er tale om.</p> <p>Specielle processer: Her er det ekstra vigtigt at finde en filterleverandør, som kan hjælpe med at estimere niveauet fra processen.</p> <p>Hvis der er foretaget målinger fra processen, (dvs. før et evt. filter) vil disse være en hjælp.</p> <p>Det er endvidere muligt, at leverandøren af selve procesanlægget har oplysninger om koncentrationsniveau.</p> |

<sup>1</sup> Der findes alt for mange forskellige typer processer og partikeltyper til at kunne beskrive dem alle her.

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A 3</b><br><b>Data om luften, der skal renses</b>               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Luftmængden.</li><li>• Luftens temperatur.</li><li>• Fugtindhold.</li><li>• Eventuelt indhold af andre stoffer end de partikler der skal fjernes (fx dampe af opløsningsmidler eller andre stoffer på dampform).</li></ul> <p>Luftmængden er vigtig at kunne oplyse, mens luftens temperatur og fugtindhold kun er vigtige, hvis der er tale om temperatur på mere end ca. 80 °C og/eller en meget høj luftfugtighed, som kan give kondens ved afkøling af luften og på kolde overflader.</p> <p>Luftmængden kan findes i målerapporter, i anlæggets dokumentation eller ved henvendelse til ventilationsfirmaet, som har etableret udsugningen. Vha. af oplysninger om ventilatoren kan luftmængden estimeres.</p> <p>Temperatur og luftfugtighed vurderes ud fra forholdene i den proces eller maskine, luften kommer fra.</p> <p>Se mere i afsnit <a href="#">4.2.4</a> på side 26.</p> |
| <b>A 4</b><br><b>Normal driftstid for "luften" der skal renses</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Den normale driftstid for processen, der afgiver partikler.</li></ul> <p>Driftstiden (fx timer per dag, uge og år) har stor betydning for beregning af levetiden for filterelementerne og dermed for intervallerne for udskiftning. Driftstiden vurderes ud fra en gennemsnitlig betragtning af det forventede arbejde ved processen. Hvis der er forskellig belastning på forskellige tider af dagen, bør disse oplysninger indgå.</p> <p>Hvis processen kører i døgndrift, vil der ikke være naturlige pauser til filtervedligehold, hvilket kræver et meget driftssikkert filter.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>A 5</b></p> <p><b>Myndigheders krav til filteret</b></p>                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Myndighedskrav til filteret.</li> </ul> <p>Myndighedskravene er vigtige at oplyse, så du kan sikre, at filteret altid vil kunne overholde kravene.</p> <p>Typiske krav til filteret fra myndighederne:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Krav til filterets effektivitet i form af en emissionsgrænseværdi, dvs. den højeste koncentration af partikler der må være efter filteret.</li> <li>b) Krav til udformning og højde af afkastet fra filteret eller krav til overholdelse af en B-værdi.</li> <li>c) Krav til jævnlig (typisk månedlig) inspektion og kontrol af filterets funktion og effektivitet.</li> <li>d) Eventuelt krav om emissionsmålinger udført af et akkrediteret målefirma, enten én gang efter etableringen eller efterfølgende krav om målinger med et eller flere års mellemrum.</li> <li>e) Er der krav om emissionsmålinger, er der også (indirekte) et krav om indretning af et målested. Målestedet skal leve op til de krav til indretning af målested samt adgangsforhold, som findes i dokumentet <u>MEL-22</u><sup>2</sup>.</li> </ol> <p>NB. Hvis myndighederne har stillet krav om overholdelse af en B-værdi, skal du bruge den til at beregne den nødvendige afkast højde. Du kan finde information om beregning af afksthøjder i luftvejledningen.</p> <p>Myndighedernes krav vil fremgå af miljøgodkendelsen, en branchebekendtgørelse<sup>3</sup> eller i et påbud. Du kan kopiere de relevante vilkår og afsnit herfra. Hvis du ikke har nogen miljøgodkendelse eller ikke ved, om virksomheden er underlagt en branchebekendtgørelse, vil kommunens tekniske forvaltning kunne hjælpe med at afklare, hvilke regler der gælder. Hvis der ikke er krav fra myndigheder, anbefales det at stille tilsvarende krav til leverandøren specielt punkterne c) om mulighed for inspektion af filteret og e) om indretning af målesteder.</p> |
| <p><b>B Krav og ønsker til leverandøren om tilbuddets indhold</b></p> <p>Når tilbuddet indeholder svar på alle krav, vil du modtage de relevante oplysninger om filteret, og du får lettere ved at sammenligne flere tilbud.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>B1</b></p> <p><b>Oplysninger fra punkt A</b></p>                                                                                                                                                                           | <p>Oplysningerne indsamlet under punkt A fremsender du til leverandøren og fremhæver, at du ønsker konkrete oplysninger om leverandørens løsninger for hver af de punkter under A5, punkter a), b), c), d) og e), der er angivet som krav fra myndighederne.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

<sup>2</sup> MEL-22: "Kvalitet i emissionsmålinger" kan findes på [www.ref-lab.dk](http://www.ref-lab.dk) (Bilag 1 "Indretning af måleplads og målested"). MEL-22 indeholder generelle krav til indretning af målested som bør opfyldes ved krav om målinger. Det kan være en god ide at kontakte et målefirma om hvad der i praksis kræves i det aktuelle tilfælde.

<sup>3</sup> F.eks. Maskinværkstedsbekendtgørelsen eller Autoværkstedsbekendtgørelsen.



|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>B2</b><br><b>Supplerende krav til tilbuddets indhold</b> | <p>Stil krav om, at tilbuddet skal indeholde følgende oplysninger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Beskrivelse af den valgte filtertype.</li> <li>b) Specifikationer for det valgte filtermateriale (materiale, tykkelse, filterklasse o. lign.).</li> <li>c) Antal filterelementer og det samlede filterareal i filteret (m<sup>2</sup>).</li> <li>d) Filterbelastningen (fx i m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>)<sup>4</sup>.</li> <li>e) Tryktab over filteret.</li> <li>f) Krav til kvalitet af trykluft til regenerering af filteret (tryk og dugpunkt).</li> <li>g) Forbrug af trykluft til regenerering (fx per driftstime).</li> <li>h) Forventet levetid for filterelementerne med den oplyste driftstid samt omkostninger til udskiftning.</li> <li>i) Forventet maksimal koncentration af partikler efter filteret under drift.</li> <li>j) Garanti for at emissionsgrænseværdien kan overholdes, også selvom koncentrationen før filteret skulle være større end forudsat.</li> <li>k) Afkasthøjde, afkaståbningens areal og afkastplacering</li> <li>l) Specifikation af placering, indretning og tilgængelighed af målested for emissionsmålinger, hvis der er krav om det.</li> <li>m) Forslag til hyppighed og omfang af service og tilsyn.</li> <li>n) Tilbud på tilsyn og service af filteret.</li> <li>o) Oplysninger om hvordan man kan leve op til myndighedernes eventuelle krav til driftskontrol. Hvis der ikke er nogen myndigheds-krav, så bed om forslag til driftskontrol.</li> <li>p) Pris for filter samt eventuelt montage og idriftsætning.</li> <li>q) Priser for levering af et sæt filterelementer og for levering og udskiftning af filterelementerne.</li> </ul> |
| <b>B3</b><br><b>Supplerende oplysninger og besigtigelse</b> | <p>Filterleverandørerne vil normalt vende tilbage og bede om supplerende oplysninger. Det er også relevant, at leverandøren besigtiger anlægget, specielt hvis filterleverandøren også skal stå for opsætning og montage.</p> <p>Graden og typen af supplerende spørgsmål afhænger naturligvis af, hvor fyldestgørende de fremsendte oplysninger er.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

<sup>4</sup> Dette tal er væsentligt ved sammenligning af forskellige tilbud. Lav filterbelastning giver længere levetid for filterelementerne, og dermed længere interval mellem udskiftning.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C Find og vælg relevante filterleverandøren</b><br>Når du har indsamlet, hvad du kan af ovenstående oplysninger, er det tid at finde relevante filterleverandører.<br>Her bør du overveje, om du ønsker, at filterleverandøren skal levere en total entreprise, dvs. at levere både filter og hele installationen af filter, rørføringer, elinstallationer, styring og lign., eller om du selv vil stå for en del af arbejdet fx vha. din sædvanlige ventilationsleverandør. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>C1</b><br><b>Allerede kendte leverandører</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Hvis du i forvejen har et godt samarbejde med en filterleverandør, kan det være naturligt at fortsætte dette. Det er dog altid en god ide at indhente alternative tilbud, så du kan sammenligne og vælge det mest fordelagtige filter.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>C2</b><br><b>Søgning på internettet</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Du kan finde relevante filterleverandører ved søgning på internettet. Brug søgeord som fx: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Posefilter</li> <li>2. Patronfilter</li> <li>3. Kassetfilter</li> <li>4. Kuvertfilter</li> <li>5. Absolutfilter/mikrofilter/hepafilter</li> <li>6. Metalfilter</li> <li>7. Keramisk filter</li> </ol> Søgning med de to første ord vil give en række forskellige filterleverandører, som typisk kan levere de fleste af de nævnte filtertyper. Forsøg også at søge på specifikke filtertyper, hvis du ved, at det er denne type, du skal bruge, men vær opmærksom på, at søgningerne giver få relevante hits. Fx vil en søgning med "keramisk filter" eller "hepafilter" give mange irrelevante hits, som fx filtre til fotoapparater og hepafiltre til støvsugere. Se endvidere i <a href="#">Bilag A</a> for flere oplysninger om filtertyper. |
| <b>C3</b><br><b>Anbefalinger fra andre</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Spørg kollegerne i branchen, om de kan anbefale nogle filterleverandører: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brancheforening eller anden organisation af din type virksomhed.</li> <li>• Andre virksomheder med lign. produktion.</li> <li>• Fx på networking-møder i brancheforeningen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C4</b><br><b>Udvælgelse af potentielle filterleverandører</b> | <p>Kontakt de potentielle filterleverandører via telefon eller mail, og spørg dem, om deres erfaringer med levering af filtre til udsugning fra din type proces og støvtype.</p> <p>Hvis filterleverandøren har erfaring, så er det relevant at bede om en referenceliste over filtre, de har leveret til tilsvarende processer. Kontakt eventuelt en af disse referencer for at få oplysninger om kundens tilfredshed med det leverede filter og leverandørens ekspertise.</p> <p>Hvis din procestype eller støvtype er meget speciel, og du ikke kan forvente, at en leverandør har konkret erfaring med på området, må du efterspørge erfaring med levering af filtre til lignende processer og støvtyper.</p> |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>D Vurdering af tilbud og afgivelse af ordre</b><br>Det kan være vanskeligt at vurdere, hvilken filtertype er bedst, og hvilken leverandør tilbyder den bedste løsning, bl.a. fordi tilbuddene hver for sig kan være bedst på forskellige områder. Hvis tilbuddene indeholder de oplysninger, du har bedt om, er det muligt at beregne nogle nøgletal og lave sammenligninger. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>D1</b><br><b>Beregn de samlede omkostninger for investering og drift</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Beregn de samlede udgifter over minimum levetiden for filterelementerne (udskiftelige dele i filteret fx poser, kassetter mv.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• investering</li> <li>• afskrivning</li> <li>• drift, service og vedligeholdelse (husk udgiften til udskiftning af filterelementer)</li> </ul> <p>Omkostningerne til trykluft til regenerering og til at overvinde tryktabet over filteret kan beregnes ud fra nøgletallene, der findes i afsnit <u>4.1.2</u> på side 24. Medtag eventuelt også virksomhedens tidsforbrug til egenkontrol og løbende vedligehold.</p>                                                                                                                                  |
| <b>D2</b><br><b>Vurder garantien for overholdelse af grænseværdi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>En garanti om fx overholdelse af grænseværdi bør altid omfatte en beskrivelse af, hvad leverandøren vil gøre for at løse evt. problemer med manglende overholdelse: fx at leverandøren uden omkostninger for køberen hurtigst muligt udbedrer eventuelle fejl eller forbedrer filteret fx med nye og bedre filterelementer.</p> <p>Hvis der ikke skal udføres emissionsmålinger, kan der følges op på virkningen af filteret ved en ekstra grundig inspektion af filterets renluftside, hvor støvaflejninger kan afsløre utætheder i filteret. Der bør ikke være utætheder i et nyt filter, men de kan forekomme pga. fejl eller uheld under montagen. Det bør være klart, hvad der skal til, for at garantien træder i kraft.</p> |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>D3</b><br><b>Vurdering af andre faktorer</b> | <p>De faktorer og oplysninger fra tilbuddene, som ikke direkte kan gøres op i penge, må vurderes ud fra betydningen for virksomhedens aktuelle forhold, fx:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Garanti for overholdelse af grænseværdi og værdien af garantien.</li><li>2. Leverandørens service, herunder leveringstid for hjælp ved nedbrud.</li><li>3. Muligheder og tilgængelighed for eftersyn og kontrol af filteret renluftside, jf. krav fra myndighederne.</li><li>4. Er der indrettet målesteder? Hvis der kommer krav om målinger, vil der være udgifter til indretning af målested.</li></ol> |
| <b>D4</b><br><b>Samlet vurdering</b>            | <p>Foretag en samlet vurdering på baggrund af punkt 1-3 i D3.</p> <p>Gør op med dig selv, hvilke parametre er de vigtigste for virksomheden, og hvordan de eventuelt skal vægtes i forhold til hinanden:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>a) Investeringens størrelse.</li><li>b) De samlede driftsomkostninger.</li><li>c) Andre faktorer, som fx driftssikkerhed og service, der ikke direkte kan gøres op i penge.</li></ol>                                                                                                                                                                            |

**Links til cases**

Case 1: Træstøv, fra møbelfabrik

Case 2: Svejserøg

## 2.2 Køreplan for anskaffelse af olietågefilter

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b><br><b>Indsamling af oplysninger til olietågefilterleverandøren</b> | Mange olietågefiltre er hyldevarer med listepreiser, og mange data og oplysninger kan findes i leverandørernes brochuremateriale. Du bør dog ikke bare købe sådan standard olietågefilter uden først at sikre dig, at det er det rigtige til dine forhold, fx ved at kontakte leverandøren med oplysninger som anvist i denne køreplan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>A1</b><br><b>Centralt eller decentralt filter</b>                        | Indledningsvist skal du tage stilling til, hvilken type olietågefilter du ønsker: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decentralt olietågefilter (placeret på den enkelte proces/maskine).</li> <li>• Centralt olietågefilter (placeret centralt og filtrerer udsugningen fra flere maskiner).</li> </ul> Der er fordele og ulemper ved begge typer, som du kan læse om i afsnit <a href="#">4.3.5.1</a> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>A2</b><br><b>Bearbejdningsproces med kølesmøremidler</b>                 | Indsaml følgende oplysninger om typen af bearbejdningsprocessen, som danner olietåge: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) procestype, fx drejning, fræsning, boring etc.</li> <li>b) maskintype og leverandør</li> <li>c) hastigheden for bearbejdningsprocessen (højere hastighed giver mere og finere olietåge)</li> <li>d) pumpetrykket for kølesmøremidlet (højere pumpetryk giver mere og finere olietåge)</li> </ol> Ved høj hastighed og pumpetryk kan olietågen blive så fin, at der er tale om olierøg. Olierøg består af meget små dråber og olierdampe. Olierøg er sværere at filtrere og kan give problemer med nogle typer olietågefiltre. Et filter i flere trin med tættere filtre og et afsluttende finfilter, vil typisk være den rigtige løsning, når der er tale om fin olietåge/olierøg. |
| <b>A3</b><br><b>Typen af kølesmøremidler</b>                                | Find oplysninger om den eller de anvendte typer kølesmøremidler: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineralsk eller vegetabilsk olie? (opgiv produkt og evt. kogepunktsinterval)</li> <li>• Er kølesmøremidlet emulgeret i vand, og hvilken koncentration anvendes (anfør andelen af kølesmøremiddel i procent)?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A4</b><br><b>Olietåge- og partikel-koncentration</b> | <p>Find om muligt oplysninger om størrelse og koncentrationen i luften af:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oliedråbernes størrelse/størrelsesfordeling <ul style="list-style-type: none"> <li>o Den erfarne olietågefilterleverandør vil normalt kunne forudsige tilstrækkeligt om dråbernes størrelse ud fra data i A2 og A3.</li> <li>o Hvis der er høje hastigheder i processen, er der typisk meget fin olietåge og mulighed for dannelse af olierøg. Det bør leverandøren vide og spørge ind til.</li> </ul> </li> <li>• Koncentration af olietåge i luften (er dog ikke meget vigtigt, da filterdesign primært afhænger af luftmængden).</li> <li>• Faste partikler i luften <ul style="list-style-type: none"> <li>o Er der faste partikler i luften? De kan enten komme fra bearbejdningsprocessen eller fx fra en slibning eller anden mekanisk bearbejdningsproces i et fælles udsugningssystem. Indhold af faste partikler er en væsentlig oplysning til leverandøren. Bearbejdningsmaskinerne har typisk et metalnet i udsugningen, som tilbageholder store partikler, spåner og lignende, men det kan ikke tilbageholde mindre partikler.</li> </ul> </li> </ul> <p>Drejer det sig om specielle processer, kan det være nødvendigt at henvende sig til leverandøren af procesudstyret for at få de nødvendige oplysninger.</p> |
| <b>A5</b><br><b>Data om luften der skal renses</b>      | <p>Find den udsugede luftmængde i fx m<sup>3</sup>/h:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ved udskiftning af et eksisterende olietågefilter, bør luftmængden kunne findes i dokumentationen for det gamle olietågefilter eller fra målinger på systemet.</li> <li>• Nyere maskiner: Hvis der ikke er anbefalinger til udsugningen i manualen, bør maskinleverandøren kunne skaffe oplysningen.</li> <li>• Ældre maskiner med en eksisterende udsugning: Hvis ikke luftmængden er kendt fra tidligere dokumentation eller målinger, kan luftmængden nemt måles, fx af et ventilationsfirma eller af filterleverandøren ved besigtigelsen.</li> <li>• Nyetablering af udsugning på en ældre maskine: Her bør et ventilationsfirma i første omgang vurdere behovet for udsugning med udgangspunkt i arbejdsmiljøet. En erfaren leverandør af olietågefiltre kan i mange tilfælde hjælpe med at anbefale en udsugningsmængde.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A6</b><br><b>Normal driftstid for "luften" der skal renses</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Find den normale driftstid for processen, der afgiver olietåge.</li> </ul> <p>Driftstiden (fx timer per dag, uge og år) har betydning for anbefalinger til hyppighed for rengøring af grovfilter og udskiftning af filterelementer (udskiftelige dele i filteret fx mikrofilter).</p> <p>Driftstiden vurderes ud fra en gennemsnitlig betragtning af det forventede arbejde ved processen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>A7</b><br><b>Myndigheders krav til filteret</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Er der myndighedskrav til filteret?</li> </ul> <p>Det er vigtigt, at du oplyser myndighedskravene for at sikre, at filteret altid vil kunne overholde kravene.</p> <p>Typiske krav til filteret fra myndighederne:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Krav til filterets effektivitet i form af en emissionsgrænseværdi, dvs. hvilken koncentration af olietåge der højest må være efter filteret. Emissionsgrænseværdien i luftvejledningen er 5 mg/m<sup>3</sup> for vegetabiliske og 1 mg/m<sup>3</sup> for mineralske kølesmøremidler.</li> <li>Krav til udformning og højde af afkastet fra filteret eller krav til overholdelse af en B-værdi.</li> <li>Krav til jævnlig (typisk månedlig) inspektion og kontrol af filterets funktion og effektivitet.</li> <li>Eventuelt krav om emissionsmålinger udført af et akkrediteret målefirma, enten én gang efter etableringen eller efterfølgende krav om målinger med et eller flere års mellemrum.             <ol style="list-style-type: none"> <li>Hvis man er underlagt maskinværkstedsbekendtgørelsen, er der mulighed for at komme udenom krav til emissionsmålinger, hvis man anvender et olietågefilter i flere trin, hvor det afsluttende filter har minimum 99% renseeffektivitet.</li> </ol> </li> <li>Er der krav om emissionsmålinger, er der også (indirekte) krav om indretning af et målested.             <ol style="list-style-type: none"> <li>Målestedet skal leve op til de krav til indretning af målested samt adgangsforhold, som findes i dokumentet MEL-22<sup>5</sup>.</li> </ol> </li> </ol> <p>NB. Hvis myndighederne har stillet krav om overholdelse af en B-værdi, skal man bruge den til at beregne den nødvendige afkasthøjde. Information om beregning af afkasthøjder findes i luftvejledningen.</p> <p>Myndighedernes krav vil fremgå af en miljøgodkendelse, en branchebekendtgørelse<sup>6</sup> eller i et påbud, og de relevante vilkår og afsnit kan kopieres herfra. Hvis du ikke har nogen miljøgodkendelse eller ikke ved, om virksomheden er underlagt en branchebekendtgørelse, vil kommunens tekniske forvaltning kunne hjælpe med at afklare, hvilke regler der gælder. Hvis der ikke er krav fra myndigheder, anbefales det at stille tilsvarende krav til leverandøren, specielt punkterne d) om tilsyn og kontrol og f) om indretning af målesteder.</p> |

<sup>5</sup> MEL-22: "Kvalitet i emissionsmålinger" kan findes på [www.ref-lab.dk](http://www.ref-lab.dk) (Bilag 1 "Indretning af måleplads og målested"). MEL-22 indeholder generelle krav til indretning af målested som bør opfyldes ved krav om målinger. Det kan være en god ide at kontakte et målefirma om hvad der i praksis kræves i det aktuelle tilfælde.

<sup>6</sup> F.eks. Maskinværkstedsbekendtgørelsen eller Autoværkstedsbekendtgørelsen.

| <b>B Krav til leverandøren - hvad skal tilbuddet indeholde?</b><br>Når tilbuddet indeholder svar på alle krav, vil du modtage de relevante oplysninger om filteret, og du får lettere ved at sammenligne flere tilbud. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>B1</b><br><b>Oplysninger fra punkt A</b>                                                                                                                                                                            | Send oplysningerne indsamlet under punkt A til leverandøren og fremhæv, at du ønsker konkrete oplysninger om leverandørens løsninger for hver af de punkter, der er angivet som krav fra myndighederne.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>B2</b><br><b>Supplerende ønsker til tilbuddets indhold</b>                                                                                                                                                          | Stil krav om, at tilbuddet skal indeholde følgende oplysninger: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Beskrivelse af olietågefilterets udskillelsesprincip og opbygning.</li> <li>b) Specifikationer for det valgte filtermateriale (type, materiale, filterklasse o. lign.).</li> <li>c) Elforbrug til drift af olietågefilteret.</li> <li>d) Forventet levetid for filterelementerne med den oplyste driftstid samt omkostninger til udskiftning.</li> <li>e) Garanti for at emissionsgrænseværdien kan overholdes.</li> <li>f) Afkasthøjde, afkaståbningens areal og afkastplacering (hvis afkast er med i leverancen).</li> <li>g) Specifikation af placering, indretning og tilgængelighed af målested for emissionsmålinger, hvis der er krav om det.</li> <li>h) Forslag til hyppighed og omfang af service og tilsyn.</li> <li>i) Tilbud på tilsyn og service af filteret.</li> <li>j) Beskrivelse af hvordan olietågefilteret inspiceres og overvåges for at afgøre, hvornår filtre skal renses og/eller udskiftes. Er der, eller kan der installeres trykdifferensovervågning, som viser, når filterelementer skal udskiftes eller er utætte.</li> <li>k) Pris for olietågefilteret samt for montage og anden installation, hvis det er med i tilbuddet.</li> <li>l) Priser på de filterelementer og eventuelt andre dele som jævnligt skal udskiftes.</li> </ul> |
| <b>B3</b><br><b>Supplerende oplysninger og besigtigelse</b>                                                                                                                                                            | Filterleverandørerne vil normalt vende tilbage og bede om supplerende oplysninger. Det er også relevant, at leverandøren besigtiger anlægget, specielt hvis filterleverandøren også skal stå for opsætning og montage.<br>Graden og typen af supplerende spørgsmål afhænger naturligvis af, hvor fyldestgørende de fremsendte oplysninger er.<br>Hvis olietågefilteret skal anvendes til en eksisterende hurtiggående bearbejdningsmaskine, kan nogle leverandører foreslå at udføre en måling af størrelsesfordelingen af oliedråber i udsugningen for at kunne tilbyde det mest optimale olietågefilter.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



| <b>C Find og vælg relevante filterleverandører</b><br>Når du har indsamlet, hvad du kan af ovenstående oplysninger, er det tid til at finde relevante filterleverandører. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C1</b><br><b>Allerede kendte leverandører</b>                                                                                                                          | Hvis du i forvejen har et godt samarbejde med en filterleverandør, kan det være naturligt at fortsætte dette. Det er dog altid en god ide at indhente alternative tilbud, så du kan sammenligne og vælge det mest fordelagtige filter.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>C2</b><br><b>Søgning på internettet</b>                                                                                                                                | Du kan finde relevante filterleverandører ved søgning på internettet. Brug søgeord som fx: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Olietågefilter.</li> <li>• Olietågeudsugning.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>C3</b><br><b>Anbefalinger fra andre</b>                                                                                                                                | Spørg kollegerne i branchen, om de har anbefalinger til filterleverandører: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brancheforening eller anden organisation af din type virksomhed.</li> <li>• Andre virksomheder med lign. produktion.</li> <li>• Fx på networking-møder i brancheforeningen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>C4</b><br><b>Udvælgelse af potentielle filterleverandører</b>                                                                                                          | Kontakt de potentielle filterleverandører via telefon eller mail, og spørg dem om deres erfaringer med levering af filtre til udsugning fra din type proces og type kølesmøremiddel.<br>Hvis olietågefilterleverandøren har erfaring, er det relevant at bede om en referenceliste over olietågefiltre, de har leveret i forbindelse med tilsvarende processer. Kontakt eventuelt en af disse referencer for at få oplysninger om kundens tilfredshed med det leverede filter og leverandørens ekspertise.<br>Hvis din procestype eller type kølesmøremiddel er meget speciel, og du ikke kan forvente, at en leverandør har konkret erfaring med på området, må du efterspørge erfaring med levering af filtre til lignende processer og kølesmøremiddel. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>D Vurdering af tilbud og afgivelse af ordre</b><br>Det kan være vanskeligt at vurdere, hvilken filtertype er bedst, og hvilken leverandør tilbyder den bedste løsning, bl.a. fordi tilbuddene hver for sig kan være bedst på forskellige områder. Hvis tilbuddene indeholder de oplysninger, du har bedt om, skulle det være muligt at lave nogle gode sammenligninger. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>D1</b><br><b>Beregn samlede omkostninger over tid.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Beregn de samlede udgifter over minimum levetiden for filterelementerne (udskiftelige dele i filteret fx mikrofilter mv.): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investering.</li> <li>• Afskrivning.</li> <li>• Drift, service og vedligeholdelse (husk udgiften til udskiftning af filterelementer)</li> </ul> Medtag gerne virksomhedens eget tidsforbrug til egenkontrol og løbende vedligehold.                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>D2</b><br><b>Vurder garantien for overholdelse af grænseværdi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | En garanti om fx overholdelse af grænseværdi bør altid være fulgt op med konsekvensen ved manglende overholdelse: fx at leverandøren uden omkostninger for køberen, hurtigst muligt udbedrer eventuelle fejl eller forbedrer filteret, fx med nye og bedre filterelementer. Hvis der ikke skal udføres emissionsmålinger, kan der følges op på garantien ved en ekstra grundig inspektion af filterets renluftside, hvor olieaflejringer kan afsløre utætheder i filteret eller gennembrud, når filtrenes kapacitet er opbrugt. Der bør ikke være utætheder i et nyt filter, men de kan forekomme pga. fejl eller uheld under montagen. |
| <b>D3</b><br><b>Vurdering af andre faktorer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | De faktorer og oplysninger fra tilbuddene, som ikke direkte kan gøres op i penge, må vurderes ud fra betydningen for virksomhedens aktuelle forhold, fx: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Garanti for overholdelse af grænseværdi og værdien af garantien.</li> <li>2. Leverandørens service og leveringstid for nye filterelementer.</li> <li>3. Muligheder og tilgængelighed for eftersyn og kontrol af filteret renluftside, jf. krav fra myndighederne.</li> <li>4. Er der indrettet målesteder? Hvis der kommer krav om målinger, vil der være udgifter.</li> </ol>                                                       |
| <b>D4</b><br><b>Samlet vurdering</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Foretag en samlet vurdering på baggrund af punkt 1-3 i D3.<br>Gør op med dig selv, hvilke parametre er de vigtigste for virksomheden, og hvordan de eventuelt skal vægtes i forhold til hinanden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investeringens størrelse.</li> <li>• De samlede driftsomkostninger.</li> <li>• Andre faktorer som fx driftssikkerhed og service, der ikke direkte kan gøres op i penge.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |
| <u>Case 3: Olietåge fra metalbearbejdning.</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### 3 Cases om anskaffelse af filtre

Her præsenteres tre konstruerede cases om virksomheder, der skal etablere et filter og derfor følger en af køreplanerne for valg af filter.

Alle de oplysninger, man kommer igennem ved at følge køreplanerne, er alt for omfattende til at blive præsenteret her. Derfor er det kun hovedpunkterne og de væsentligste oplysninger og konklusioner, der præsenteres.

#### 3.1 Case 1: Organisk støv - træstøv

En møbelfabrik, der er placeret i udkanten af en større provinsby, har et ældre posefilter med omfattende tæring, som vanskeligt kan repareres. Det gamle filter skal derfor udskiftes med et nyt. Der foreligger følgende oplysninger:

- Filteret modtager udsugning fra forskellige dele af produktionen, som omfatter savning, høvling, fræsning og slibning.
- Luftmængden er målt til at være ca. 26.000 m<sup>3</sup>/h.
- Virksomheden arbejder kun med tørre materialer, som er spånplader, MDF plader og forskellige typer løvtræ.
- Udsugningerne er alle fra produktionslokaler, så temperatur og luftfugtighed svarer nogenlunde til rumluftens.
- Der er stor variation i mængden og koncentrationen af støv i hver udsugning, og den samlede mængde varierer også efter produktionen.
- Mængden af slibe- og pudsestøv kendes ikke men menes at udgøre en mindre del af den samlede mængde, der tilføres filteret.
- Den samlede mængde støv og spåner er tidligere opgjort til at være mellem 50 og 150 kg/h.
- Smuld og spåner fra filteret føres med en snegl til en silo, hvorfra det brændes i et lille stokerfyr.
- Filteret står på taget af en lav bygning ved siden af siloen og har en række nedadrettede afkast.

Virksomheden har indhentet tilbud fra to filterleverandører, hvoraf den ene normalt anvendes til service og filterskift på det eksisterende filter, og den anden er blevet anbefalet af en bekendt fra en anden træforarbejdende virksomhed. Begge tilbyder et posefilter med trykluftrensning af filterposerne efter differenstrykket over poserne. Der er dog en del forskel i både investering og driftsomkostninger.

Tilbud 1: Laveste pris, men filteret har en højere filterbelastning, dvs. færre m<sup>2</sup> filterareal end tilbud 2, og forbruget af trykluft til rensning er større, ligesom det krævede tryk er større. Filteret placeres samme sted som det eksisterende filter, men det har et opadrettet afkast ovenpå filteret, som forsynes med målestudse. De eksisterende skruetransportører anvendes til transport af det frafilterede materiale op i siloen.

Tilbud 2: Er noget højere i pris, men har lavere filterbelastning og har derfor antageligt længere levetid for filterposerne. Filteret foreslås placeret på jorden ved siden af spånsiloen, hvilket dog forudsætter, at et lille, faldefærdigt træskur til opbevaring af en fejmaskine skal fjernes. Det udskilte materiale blæses op til toppen af siloen, hvor det udskilles i en lille cyklon, og luften returneres til filteret. Filteret har et opadrettet afkast med målestudse.

Ingen af filtrene har en regulær måleplads med adgangsforhold indrettet, men da der kun skal udføres målinger én gang efter opstart og derefter kun på myndighedernes forlangende, kan målestedet indrettes midlertidigt, f.eks. med et stillads. Det vil dog være nemmest for tilbud 2, som står på jorden. Tilbud 1, hvor filteret står på taget af en lav bygning, vil kræve et noget større og mere kompliceret stillads, som dermed også bliver dyrere.

Virksomheden vælger tilbud nr. 2, som den samlet set bedste løsning. Selv om det er dyrere i investering, forventes tilbuddet at blive det billigste i længden, fordi det er nemmere og billigere at inspicere, servicere, vedligeholde og skifte filterposer på, når filteret står på jorden, frem for på taget af en bygning.

### 3.2 Case 2: Svejserøg

Et mindre smedeværksted med en stigende aktivitet med svejsning har efter et besøg af kommunens miljøtilsyn fået et påbud om etablering af et svejserøgsfilter, da antallet af svejsepladser overstiger grænsen, for hvornår udsugningen skal renses i et filter. Påbuddet indeholder krav om, at filteret skal kunne tilbageholde 99% af svejserøgen, og at afkastet skal føres 1 m over tag.

Virksomheden er inde i en vækstfase og forventer over de næste par år at udvide med flere svejsepladser samt at investere i en plasmaskærer. De søger derfor en fremtidssikret løsning.

Virksomheden spørger det ventilationsfirma, som har leveret deres punktudsugning og ventilationsanlæg, men henvender sig også til to andre leverandører, som er fundet på internettet ved søgning efter "svejserøgsfilter".

Der er således tre tilbud på etablering af et fælles filter på udsugningerne fra svejsepladserne og den kommende plasmaskærer.

Tilbud 1: Ventilationsfirmaet tilbyder et engangsfilter<sup>7</sup> til en lav pris

Tilbud 2: Leverandør A tilbyder et patronfilter med polyesterfiltre (mellem pris)

Tilbud 3: Leverandør B tilbyder et posefilter med tefloncoatede polyesterfilter (lidt dyrere end tilbud 2)

Tilbud 1: Ventilationsfirmaet har ikke nogen erfaring med filtre til svejse- og skærerøg, og de kan derfor ikke dokumentere, at det tilbudte engangsfilter er en velegnet løsning til virksomheden.

Tilbud 2: Leverandøren har tilbudt et patronfilter med trykluftrensning, og de har god erfaring med at levere den type filtre til svejse- og skærerøg, så de har flere referencer på tilfredse kunder.

Tilbud 3: Leverandøren har henvendt sig for at få flere oplysninger om arbejdet på svejsepladserne, som har afsløret, at der i perioder forekommer en del slibearbejde, som giver en pæn mængde slibestøv (urenheder, maling, metal mv.) i udsugningen. Leverandøren har derfor tilbudt et posefilter med tefloncoatede polyesterposer. Han har erfaring med, at dette er den bedste løsning til svejse- og skærerøg, når der også kan forekomme slibestøv i udsugningerne. Han har også en pæn referenceliste på lignende installationer hos tilfredse kunder.

---

<sup>7</sup> Et engangsfilter har ikke nogen automatisk rensning, og filterelementerne skal udskiftes når det er fyldt så meget op af partikler, at luftmængden falder pga. for stort tryktabet.

Ingen af de tre leverandører kan direkte dokumentere, at filteret kan tilbageholde 99% af svejserøgen, men de to sidste kan sandsynliggøre det ud fra filterklassen for de anvendte filtre.

Efter moden overvejelse vælger virksomheden det dyreste filter i tilbud 3, fordi det forventes at være den meste driftssikre løsning, bl.a. fordi det også kan håndtere den mængde slibestøv, der måtte komme.

Kommentar:

*Engangsfiltre er generelt ikke velegnet til svejse- og skærerøg, fordi svejse- og skærerøg består af meget små partikler. Dermed stopper filteret relativt hurtigt til og skal skiftes med meget korte intervaller. Engangsfiltre bør derfor kun anvendes, hvis der er tale om meget lav belastning, dvs. at der kun svejses eller skæres i en meget lille del af en arbejdsdag eller -uge. Engangsfiltre anvendes normalt kun til "ren" luft, hvor de typisk skiftes 1 – 2 gange årligt. Anvendes de til svejserøg ved daglig belastning, skal de skiftes meget hyppigt, måske med 1 – 2 ugers mellemrum.*

*Filtre til svejserøg bør være med trykluftrensning, hvilket giver lang levetid for filtermaterialet.*

*Er der udelukkende tale om svejse- og skærerøg, er patronfiltre velegnede. Men er der større støvbelastning, fx fra slibning, er posefiltre mere velegnede, fordi de kan håndtere større støvmængder.*

*Filtermaterialet kan være almindelig polyester på fx 500 g/m<sup>2</sup>. Nogle specielle støvtyper, primært fra plas-maskering og slyngrensning, tilbageholdes ikke effektivt af almindelige polyesterfiltre, og her kan det være nødvendigt at anvende tefloncoatede filtre med ca. 5 µm porer. Det filtrerer 10 – 20 gange bedre end polyester uden tefloncoatning.*

### 3.3 Case 3: Olieåge fra metalbearbejdning

Et metalværksted på mere end 1.000 m<sup>2</sup>, som derfor hører under maskinværkstedsbekendtgørelsen, fremstiller bl.a. komponenter i metal ved drejning og fræsning i CNC styrede maskiner. Der anvendes et mineralsk kølesmøremiddel i en 8% emulsion i vand. Produktionen ønskes udvidet med 2 nye fræsemaskiner, som skal forsynes med olieågefilter, så emissionsgrænseværdien på 1 mg/m<sup>3</sup> kan overholdes. De to fræsemaskiner er brugte maskiner, men de er kun nogle få år gamle. Hastigheden er relativ høj, dog slet ikke så høj som de mest moderne og hurtigste maskiner på markedet. Pumpetrykket på kølesmøremidlet er derfor også moderat på ca. 40 bar.

De eksisterende maskiner har hver deres olieågefilter, som indeholder et groft og et finere filter med afkast ført op gennem taget. I forbindelse med etablering af virksomheden blev der udført emissionsmålinger, som dokumenterede, at emissionsgrænseværdien for mineralsk olieåge blev overholdt.

Virksomheden har spurgt leverandøren af de eksisterende olieågefiltre og har fået tilbud på to løsninger:

Tilbud 1: Et olieågefilter som de eksisterende til hver maskine.

Tilbud 2: Et olieågefilter som de eksisterende til hver maskine, men de indeholder kun et groft filter, som udskiller hovedparten af olien, som løber tilbage til maskinen. Derefter skal luften føres sammen til et fælles filter, som indeholder et finfilter og et mikrofilter med mindst 99 % renseeffektivitet.

Virksomheden har også fundet en leverandør ved søgning på internettet og har fået et tredje tilbud:

Tilbud 3: Et filter til hver maskine, som indeholder et groft filter, en centrifugaludskiller og et mikrofilter med mindst 99 % renseeffektivitet.

Da de nye maskiner kører hurtigere end de eksisterende, må det forventes, at olietågen er finere fra de nye maskiner. Derudover må det forventes, at olietågefiltre som de eksisterende ikke er effektive nok, til at emissionsgrænseværdien kan overholdes. Det har leverandør 1 selv påpeget, og han vil derfor ikke give nogen garanti for dem, men gerne for tilbud 2 hvor der er et mikrofilter med til sidst.

Begge leverandører påpeger, at ved valg af deres olietågefilter med mikrofilter med mindst 99 % renseeffektivitet til sidst, kan virksomheden undgå akkrediterede emissionsmålinger som dokumentation for, at emissionsgrænseværdien overholdes. Disse målinger vil ellers koste i størrelsen 20-25.000 kr.

Det første tilbud er hurtigt sorteret fra, og der er meget lidt forskel mellem de to andre tilbud. De to nye maskiner skal dog placeres i en vis afstand fra hinanden, hvilket medfører omkostninger til rørføringen frem til et fælles filter. Men da omkostningerne ved kontrol og skift af filtre også er lidt lavere, vælger virksomheden dette tilbud. Her spiller det også ind, at virksomheden har været meget tilfreds med leverandørens filtre, og den service der ydes, samt at det påtænkes med tiden at udvide det fælles filter, så udsugningen fra alle maskinerne ledes gennem det.

## 4 Viden og information om filtrering og filtre

Der findes mange forskellige typer renseteknologier til mange forskellige typer partikler, men denne guide fokuserer på filtre til at fjerne faste partikler og olietåge (flydende partikler), fra procesudsugning fra produktionsprocesser i industrien.

Faste partikler er partikler fra alle typer materialer både uorganiske (fx sten, metaller, svejserøg) og organiske (fx træ, mel, fødevarer).

De flydende partikler, der fokuseres på, er olietåge fra metalbearbejdning ved anvendelse af kølesmøremidler.

Den følgende generelle introduktion til filtre er ikke fuldkommen og bør ikke benyttes alene uden yderligere vejledning. Leverandørerne af filtre vil normalt kunne fungere som rådgivere med hensyn til valg af den bedste type filter inden for deres produktprogram, men under forudsætning af at de har erfaringer med filtrering af tilsvarende typer partikler. Det anbefales derfor at bede om dokumentation for leverandørens erfaring med filtrering af den pågældende type partikler eller partikler fra en tilsvarende produktion.

### 4.1 Filtre til faste partikler

Partikelfiltre er enheder, der med et filtermateriale tilbageholder partikler fra en luftstrøm. Der findes mange forskellige typer og udformninger af partikelfiltre. Forskellige producenter laver filtre med forskellige udformninger og størrelser, men de anvender alle mere eller mindre de samme typer filtermaterialer og udformninger, så de grundlæggende principper og virkemåder for filtrene er de samme.

Princippet i et partikelfilters filtreringsproces er, at gassen suges eller trykkes gennem en membran af naturligt eller syntetisk materiale, hvor partikler tilbageholdes. Dette sker enten på overfladen af et membranbelagt filtermedie eller ved en kombination af tilbageholdelse af partikler inde i filtermediet og filtrering i den filterkage, der efterhånden dannes på overfladen af filtermediet.

Mekanismen er en kombination af egentlig si-virkning, indfangning, diffusion og elektrostatisk tiltrækning. Et helt nyt og rent filter vil ofte filtrere dårligere, end når det har været i brug en tid. Dels fordi filtermaterialet fyldes op med små partikler, og dels fordi der opbygges et tykt lag af partikler på filterdugen (filterkagen), som i høj grad medvirker til en større filtreringseffektivitet.

De tidligere mest udbredte filterelementer er poseformede, dvs. at det er lange runde poser med en åbning i den ene ende, og de kaldes derfor posefiltre. I store filtre kan poserne være helt op til 10 - 12 m lange.

Kassette filtre har i dag overhalet posefiltre som de mest udbredte filtre, men de har en begrænsning i den støvkonzentration og støvmængde, de kan håndtere. Årsagen er bl.a., at kassettefiltre er mere kompakte end posefiltre, så de fylder kun mellem halvdelen og en tredjedel af det, et posefilter vil fylde til den samme luftmængde.

Et veldimensioneret partikelfilter med filtermateriale, der er velegnet til den pågældende støvtype, kan rense støv med mere end 99% effektivitet.

Partikelfiltre er specielt effektive over for de store partikler, som ikke kan trænge igennem filtermaterialet. Store partikler har en udskilningsgrad på 100%, med mindre der er utætheder i partikelfilteret.

Se yderligere oplysning om filtre til faste partikler i [Bilag A](#).

### 4.1.1 Rensning af filtre

Når filterkagen (ophobede partikler på filterdugen) bliver for tyk, øges trykfaldet over filterdugen, og ventilatoren kan ikke følge med. Det er derfor nødvendigt med jævne mellemrum at fjerne filterkagen fra dugen.

Partikelfiltre kan enten renses mekanisk, fx med et system der ryster poserne i et posefilter, så filterkagen falder af eller ved at blæse trykluft baglæns gennem filtermaterialet. Tryklufrensning er mest udbredt, fordi det både er mere effektivt og mere skånsomt over for filtermaterialet end mekanisk rensning, og da tryklufrensning også kan anvendes på stive filtermaterialer. Denne rensning kaldes også regenerering, men i denne guide anvendes generelt betegnelsen "rensning" eller "filterrensning". Mekanisk rensning giver kortere levetid for filterposerne, da de slides hurtige af den mekaniske påvirkning.

Den nødvendige og optimale rensfrekvens afhænger i høj grad af koncentrationen af partikler i udsugningsluften, for jo højere partikelkoncentration i udsugningsluften, jo hyppigere er det nødvendigt at rense filteret. Rensningen er derfor ofte styret af en differenstrykmåler, som starter rensningen, når differenstrykket har nået et vist niveau. Timerstyret rensning findes også men er knap så udbredt, da den kan medføre hyppigere rensning end nødvendigt.

Efter rensningen af filteret vil der være en kort periode med en lidt ringere rensningseffektivitet over filteret, indtil der igen er opbygget en filterkage. Selve rensningsprocessen kan også give anledning til en kortvarig forhøjet emission, fordi der kan frigives partikler på den "rene" side af filteret.

### 4.1.2 Trykluft forbrug til rensning

Forbruget af trykluft til regenerering er en ofte overset omkostning ved anskaffelse af et filter. Filterleverandørerne stiller normalt krav om, at ren og tør trykluft leveres af virksomheden. Det er vigtigt at spørge filterleverandøren om det konkrete forbrug af trykluft til regenerering, da trykluftforbruget er en omkostning og da virksomhedens eksisterende trykluftanlæg skal kunne levere den krævede mængde.

Oplysninger om trykluftforbruget opgives typisk i liter/minut ved et givent tryk, fx 4 eller 6 bar. Da det er omkostningen, der er mest interessant i forhold til at vurdere filterets driftsomkostninger, kan kostprisen for tryklufften beregnes ud fra elprisen og et elforbrug på 0,08 kWh/m<sup>3</sup> trykluft ved 4 bar og 0,010 kWh/m<sup>3</sup> ved 6 bar. Se mere om trykluft, herunder elforbrug ved andre tryk i brochuren [Energibesparelser ved trykluft](#).

Vær opmærksom på, at hvis det eksisterende trykluftanlæg kører ved et højere tryk, end der skal anvendes til filteret, er det omkostningen ved dette tryk, der skal anvendes i beregningen, selvom trykket reduceres til det specificerede tryk for filteret. Det er vigtigt, at trykket reduceres med en reduktionsventil til det specificerede tryk for filteret. Et for højt tryk vil nok fungere, men det vil typisk ikke give en bedre rensning. Til gengæld vil det give en større påvirkning og slid på filterelementerne og dermed sandsynligvis reducere deres levetid.



#### 4.1.3 Flere filtre efter hinanden

I nogle tilfælde anvendes en cyklon eller en anden grovudskiller før filteret enten for at reducere støvbelastningen på filteret eller for at beskytte det mod gløder, gnister eller skarpe stykker materiale, som kan antænde eller lave huller i filtrene. Nogle filterkonstruktioner kan anvendes til den type procesudsugning uden en cyklon, fordi der er indbygget en forudskiller. Forudskilleren kan fx bestå af et faldkammer eller et rundt filterhus, hvor luften ledes tangentielt ind, hvorved det fungerer som en grov cyklon.

I andre tilfælde anvendes flere filtre efter hinanden, hvilket typisk er et almindeligt filter til at udskille hovedparten af partiklerne efterfulgt af et mikrofilter til at sikre rensning til en meget lav emission. Den kombination anvendes ofte for støv fra hovedgruppe I<sup>8</sup> stoffer, som er specielt farlige for miljø og/eller mennesker.

### 4.2 Anskaffelse af partikelfilter

Der er mange forhold, der bør inddrages i overvejelserne omkring valg af filtre, som er universelle for alle typer renseteknologier. Der er først og fremmest spørgsmålet, om teknologien kan reducere koncentrationen af den (eller de) pågældende forureningsparametre tilstrækkeligt langt ned til at overholde emissionsgrænseværdien. Dernæst er det et spørgsmål om investeringsomkostninger, driftsomkostninger samt mandskabsbehov og uddannelse, der alle er nødvendige for at sikre en god driftsstabilitet.

Ved filtrering af både faste og flydende partikler (olietåge), er filterprincip, filtermateriale og driftsstabilitet afgørende for et tilfredsstillende resultat, som sikrer, at miljøkravene overholdes med et minimum af tidsforbrug og omkostninger til drift og vedligeholdelse.

Følgende faktorer har indflydelse på optimal filtreringseffektivitet samt levetid på filteret:

- Partikelkoncentration
- Partiklernes størrelsesfordeling
- Partiklernes egenskaber, konsistens, fugtindhold og lign.
- Luftmængde, temperatur og fugtighed
- Hvilken emissionsgrænseværdi skal overholdes

For filtre til olietåge (flydende partikler) anvendes ofte mekaniske udskillere og elektrofilter til hver maskine, således at det udskilte kølesmøremiddel kan føres direkte tilbage til maskinen.

#### 4.2.1 Partikelkoncentration

Indgangskoncentrationen er normalt ikke så afgørende for filtreringseffektiviteten, men er vigtig i forhold til hyppigheden af regenereringen (den rensesproces, hvor filterkagen fjernes fra filteret, fx ved returblæsning med trykluft). Jo større partikelkoncentration, jo hurtigere opbygges en filterkage, og jo hurtigere stiger tryktabet til det niveau, hvor filteret skal renses.

#### 4.2.2 Partikelstørrelsesfordeling

Partikelstørrelsesfordelingen betyder noget for opbygning af en filterkage, som i høj grad medvirker til en bedre filtrering. Er partiklerne udelukkende eller hovedsageligt små eller meget små partikler, fx pudsestøv og svejserøg, kan filterkagen meget hurtigt blive så tæt og tryktabet så højt, at filterkagen skal fjernes med

---

<sup>8</sup> Klassificering af stoffer ifølge luftvejledningen og B-værdivejledningen.

kortere mellemrum (hyppigere regenerering). For at imødegå dette dimensioneres filtre til fine partikler normalt med en lavere filterbelastning (større filterareal) end ved grovere partikler.

#### 4.2.3 Partiklernes egenskaber

Hvis partiklerne er fugtige eller fedtede/klæbrige, kan det være nødvendigt at anvende et coatet filter (tæt overflade af fx teflon), hvor partiklerne kun afsættes på overfladen af filteret og dermed lettere kan fjernes<sup>9</sup>.

#### 4.2.4 Luftmængde, temperatur og fugtighed

Luftmængden er meget afgørende for størrelsen af filteret og det samlede filterareal, fordi man normalt dimensionerer efter en filterbelastning i m<sup>3</sup> luft per time per m<sup>2</sup> filtermateriale (m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>). Man vil normalt have lavere filterbelastning for fine støvtyper og højere for mere groft støv, dvs. flere m<sup>2</sup> filter per luftmængde ved fint støv og færre m<sup>2</sup> filter til groft støv.

Filterbelastningen har stor betydning for indkøbsprisen på filteret. F.eks. giver lav filterbelastning et større filterareal og derfor et større filter med flere elementer, end hvis belastningen er stor. Til gengæld er driftsomkostningerne for et filter med høj filterbelastning normalt større, bl.a. på grund af behovet for hyppigere regenerering og dermed større slid af filtermaterialet.

Temperaturer omkring og højere end ca. 80 °C, hvor der også kan forekomme højt vandindhold, kræver specielle filtermaterialer, som kan tåle den temperatur og fugtindhold. Det kan fx være luft fra en tørreproces eller røggas fra et fyringsanlæg. For de fleste industrielle processer er temperaturen dog sjældent så høj.

Luftens fugtighed har normalt kun betydning, hvis den er 100% RH<sup>10</sup> eller tæt på, da der dermed bliver risiko for kondens ved nedkøling af luften i filteret. Kondens medfører våde filtermaterialer og ofte en blokering af filteret. Kondens kan også betyde, at filterhuset rustet.

##### 4.2.4.1 Filterklasser og emissionsgrænseværdi

Leverandøren vil normalt give en garanti for, at filteret kan overholde emissionsgrænseværdien under forudsætninger af, at de givne oplysninger om luftens indhold inden rensning er korrekte.

Her kan filterklassen (Se også [Bilag C](#)) for det anvendte filtermateriale give en rettesnor for, om filteret kan leve op til den ønskede rensning. Filterklassen er bestemt på et helt nyt og rent filter, og normalt vil et filter være mere effektivt, end filterklassen angiver efter kort tids drift, fordi der sætter sig partikler i filtermaterialet, og der opbygges en filterkage, som begge forbedrer filtreringen. Fx er det velkendt i træindustrien, at lige efter udskiftning af filtrene, er der ikke optimal filtrering, men efter kort tids drift er filtreringen langt mere effektiv, fordi filtermaterialet "fyldes op" med fine partikler. Filtrene er ofte så effektive, at partikelkoncentrationen efter filteret er mindre end 0,1 – 0,2 mg/m<sup>3</sup>.

Filterklasser er fastsat i en CEN standard, som er beskrevet i [Bilag C](#).

---

<sup>9</sup> Det kan være vanskeligt at filtrere meget våde og/eller fedtede partikler, så i nogle tilfælde kan andre renseteknologier være bedre end filtre.

<sup>10</sup> RH: Relativ Luftfugtighed. Ved 100% relativ fugtighed vil en sænkning af temperaturen medføre at vandindholdet i luften begynder at kondensere ud.

Filterklasserne for mikrofiltre (klasse E, H og U) påvirkes ikke i samme grad af en opbygget filterkage, fordi de er engangsfiltre, som ikke er beregnet til at have en filterkage og derfor ikke har nogen regenerering til at fjerne den. De skal derfor skiftes, når de har tilbageholdt så mange partikler, at tryktabet over dem er blevet for stort. Derfor anvendes der normalt et almindeligt filter til at fjerne hovedparten af partiklerne, så mikrofilteret kun skal tilbageholde den meget lille mængde fine partikler, som slipper igennem det første filter. Mikrofiltre er ofte mere effektive, end filterklassen angiver, fordi filtrene testes ved væsentlig højere koncentration, end dem der forekommer ved normal drift.

Den vigtigste kilde til vurdering af, om et filter kan rense til under emissionsgrænseværdien, er leverandørens viden og erfaring om filtermaterialernes anvendelighed og effektivitet til den givne støvtype og proces, og især den garanti de vil give for maksimal koncentration efter filteret.

Se beskrivelse af filterklasser i [Bilag C](#).

### 4.2.5 Drift og vedligeholdelse af filtre

Det er nødvendigt med en løbende kontrol og vedligeholdelse af et filter, for at det kan fungere optimalt og have en stor driftssikkerhed. Det kan være fristende at spare på kontrol og vedligeholdelse af et nyt filter, for det vil normalt fungere upåklageligt i den første tid. Det er dog vigtigt at komme i gang med kontrol og vedligeholdelse i tide for at undgå risikoen for betydelige omkostninger for at bringe filteret i orden igen. Mange filterleverandører tilbyder en serviceaftale, hvor de en eller to gange om året servicerer filteret og derved sikrer et velfungerende filter med en høj driftssikkerhed. Serviceaftalen vil normalt også omfatte en vurdering af filterelementernes tilstand og en anbefaling om udskiftning, når det er nødvendigt. Der findes også uafhængige firmaer, der tilbyder serviceaftaler for filtre.

Filterleverandøren bør dog altid levere vejledning til, hvordan man selv kan foretage en jævnlig kontrol og eftersyn af filterets funktion og effektivitet, samt til at udføre et grundigere serviceeftersyn af filteret. Det vil ofte være et krav fra miljømyndigheden, at der skal findes en instruks for drift og vedligehold af filter, og at instruksen skal følges.

Erfaringen viser, at leverandørens serviceaftale generelt sikrer mod uforudsete driftstop, og at filtrene bliver rensede og skiftet i tide. De fleste reklamationer over problemer med et nyt filter kommer fra virksomheder, der ikke har en serviceaftale. Det er derfor vigtigt for virksomheden enten at indkøbe den nødvendige service eller at sikre sig, at egne folk har den nødvendige ekspertise og mulighed for at udføre service med passende intervaller.

## 4.3 Olietågefiltre

Se yderligere oplysning om olietågefiltre i [Bilag B](#).

Alle bearbejdningsmaskiner, som anvender kølesmøremidler, danner i et vist omfang olietåge. Af hensyn til arbejdsmiljøet fjernes denne olietåge normalt med en udsugning, som føres ud af bygningen enten direkte fra hver maskine eller via et ventilationsanlæg og evt. et varmegenvindingssystem. Der vil normalt være krav fra Miljømyndigheden<sup>11</sup> om, at luften skal renses for olietåge, så udledningen er mindre end den givne grænseværdi (i mg/m<sup>3</sup> luft). Hvis luften ledes gennem ventilationsanlægget og en varmegenvinding, er det

---

<sup>11</sup> Miljømyndigheden er normalt Kommunen og i sjældne tilfælde Miljøstyrelsen.

meget vigtigt, at olietågen fjernes effektivt, da det ellers vil medføre aflejringer i ventilationsanlægget og i værste fald tilstopning af varmeveksleren.

### 4.3.1 Olietåge og olierøg

Olietåge er generelt små dråber olie eller olieemulsion (olie opslæmmet i vand), som svæver i luften. Når dråberne er meget små, kan der være en glidende overgang til, at noget af olien er på dampform, og så taler man om olierøg. Man kan ikke altid se, om der kun er olietåge fra en maskine, eller om der også er olierøg, men en måling af partikelstørrelsen kan vise, om der er mange meget små partikler.

### 4.3.2 Dannelse af olietåge og olierøg

Olietåge består af små dråber olie eller olieemulsion i luft. Olietåge forekommer i udsugningsprocesser, hvor metalemner bearbejdes under anvendelse af kølesmøremiddel.

Kølesmøremidlet pumpes typisk til bearbejdningsprocessen via en eller flere slanger og dyser, så bearbejdningsområdet er dækket. Olietågen dannes dels, når strålen rammer emnerne, og dels som et resultat af de kræfter olien udsættes for ved bearbejdningen. Hastigheden på bearbejdningen har derfor stor betydning for mængden af olietåge, der frigives, og hvor store dråber der dannes. Højere hastighed giver derfor generelt mere olietåge og mindre dråber, og i visse tilfælde er der næsten kun meget små dråber, som bedre kan karakteriseres som olierøg end som olietåge.

Pumpetrykket for fremføring af kølesmøremidlet til bearbejdningsstedet har stor betydning for dannelse af olietåge, idet stigende tryk giver mere olietåge og finere dråber. Ved høje bearbejdningshastigheder vil der normalt også være et højt pumpetryk (kan være helt op til 150 bar).

I bearbejdningsprocessen kan der lokalt være en meget høj temperatur, som kan medføre en vis fordampning af kølesmøremiddel. Kølesmøremidler på dampform kan ikke fjernes i et almindeligt olietågefilter. Grænseværdier gælder dog kun for indholdet af dråber, som kan fanges på et filter.

### 4.3.3 Materialer der bearbejdes

Dannelsen af olietåge er ikke afhængig af det materiale, der forarbejdes, men bearbejdelsen af materialet, kan medføre, at der dannes nogle faste partikler, som kan have stor betydning for valg af det korrekte olietågefilter. Fx kan bearbejdning af støbejern (indeholder grafit) og keramiske materialer give fine partikler, som sammen med olietågen hurtigt kan tilstoppe et filter.

De fleste metaller og legeringer giver ikke specielle problemer i forhold til olietågefiltre, men derfor vil det alligevel være meget relevant at oplyse til leverandør, hvilket materiale man forarbejder eller forventer at skulle kunne forarbejde i fremtiden.

### 4.3.4 Filtrering af olietåge

Filtrering af olietåge er anderledes end filtrering af faste partikler, fordi oliedråberne vil tilstoppe et almindeligt filtermateriale, og der kan ikke dannes en filterkage, som kan bidrage til filtreringen. Olietågefiltre er derfor udformet væsentligt anderledes end filtre til faste partikler, og der kan anvendes mekaniske udskillere og elektrofiltre, som normalt ikke er effektive nok, når der er tale om faste partikler. Da de udskilte oliedråber selv kan løbe nedad og opsamles (og evt. genbruges direkte), er olietågefiltre delvist selvrensende.

Der er tre principper for olietågefiltre:

1. Filtrering
2. Centrifugaludskiller
3. Elektrofilter

De tre principper er ofte kombineret med rensning i flere trin med stigende effektivitet, fx:

1. Groft stålfiltre – finfilter – mikrofilter
2. Groft stålfiltre – centrifugaludskiller – mikrofilter
3. Groft stålfiltre – elektrofilter – finfilter/mikrofilter

I nogle olietågefiltre er der fire filtre med stigende tæthed, hvilket giver en meget effektiv rensning.

Fordelen med flere trin er, at de sidste filtre kan være finere, pga. af den faldende belastning gennem systemet. Fine filtre er dyrere end grove filtre og ved flere trin opnås en længere levetid på de dyreste enheder, og dermed samlet set en bedre driftsøkonomi.

Rensningen bliver selvfølgelig mere effektiv med flere trin. Specielt et afsluttende HEPA filter kan sikre en meget lav emission, som med stor sandsynlighed ligger væsentligt under emissionsgrænseværdien (1 mg/m<sup>3</sup> for mineralisk olie og 5 mg/m<sup>3</sup> for vegetabiliske olie fra processer der anvender køle- smøremidler).

Olietågefiltre er ofte små enheder, som vælges til at passe til udsugningen fra en bearbejdningsmaskine, og de placeres normalt ovenover maskinen, så det kølesmøremiddel, der udskilles, kan løbe tilbage til bearbejdningsmaskinen af sig selv. Når filteret er tilknyttet den enkelte maskine, opnås fleksibilitet i forhold til at kunne skifte mellem forskellige typer kølesmøremiddel på den enkelte maskine.

Olietågefiltre findes også i større enheder, som placeres centralt og kan modtage udsugning fra flere eller mange bearbejdningsmaskiner. Det giver nogle fordele i forhold til kontrol og eftersyn og ikke mindst kun et afkast, hvor der evt. skal udføres akkrediterede emissionsmålinger.

### 4.3.5 Rensning og filterskift i olietågefiltre

Olien, der udskilles i olietågefiltre, løber ned ad filterelementet og kan opsamles i en beholder eller ledes tilbage til genbrug. Hvis olien ikke genbruges, skal den bortskaffes som kemikalieaffald.

De fleste olietågefiltre har et groft stålfiltre først til at opfange de største oledråber og de partikler, der eventuelt måtte være i udsugningen. Når dette filter er ved at være stoppet til med partikler, kan det normalt renses ved højtryksspuling eller i en vaskemaskine og genbruges. Nogle filtre har et groft filter af polypropylen til at fange de grove partikler og dråber. Polypropylenfiltre kan vaskes, men benyttes ofte som et engangsfiltre, der skiftes efter behov.

Elektrofilter kan tages ud og vaskes, hvilket er praktisk at gøre samtidigt med at grovfilteret renses.

En centrifugaludskiller skal normalt ikke renses.

Finere filtre kan i nogle tilfælde være fine stålfiltre, som kan vaskes og genbruges. Finere filtre er dog ofte engangsfiltre, som skiftes, når de har opsamlet en vis mængde olietåge og partikler.

Behovet for rensning eller udskiftning af filterelementer i et olietågefilter kan med fordel overvåges med en differenstrykmåling (over hvert filtertrin). Når differenstrykket når en vis størrelse, er der opsamlet så meget olietåge og partikler, at filteret skal udskiftes eller renses. Nogle filtre leveres med denne funktion, men mange har den slet ikke og er heller ikke forberedt til, at det kan eftermonteres. Funktionen kan anbefales, da den både sikrer en optimal udnyttelse af filtrene og en effektiv filtrering, fordi differenstrykket også kan bruges til at vise, om der er utætheder i filteret.

Alternativet til differenstrykmåling er en visuel inspektion af filteret, hvor man kontrollerer filterelementernes reneste side for oliefilm ved at mærke på dem. Hvis der er en mærkbar oliefilm på renluftsiden af et filterelement, er det på tide at skifte det ud. Hvis der er en mærkbar oliefilm på rensiden af et afsluttende mikrofilter, skulle det have været skiftet for nogen tid siden. Her bør man derfor kontrollere tilgangssiden af mikrofilteret og planlægge udskiftning, når der kan mærkes en oliefilm. Husk at rengøre renluftsiden, så kontrollen kan gentages.

### 4.3.5.1 Fordele og ulemper ved centralt og decentrale olietågefiltre

Der er fordele og ulemper ved henholdsvis centrale og decentrale olietågefiltre under forudsætning af, at der er flere bearbejdningsmaskiner, som enten har hver sit decentrale olietågefilter, eller de har et fælles centralt olietågefilter.

| Emne                                                              | Decentralt olietågefilter                                                                                                                | Centralt olietågefilter                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Genbrug af opsamlet kølesmøremiddel.                              | Nemt, for det kan bare løbe direkte tilbage til maskinen.                                                                                | Kun muligt hvis de tilsluttede maskiner anvender den samme type kølesmøremiddel, og det skal typisk føres tilbage manuelt.                                                                          |
| Udsivning af olie fra rørføringer fra maskine og frem til afkast. | Ingen, for olietågen er fjernet fra luften.                                                                                              | Muligt problem for rørføringerne fra maskiner og frem til olietågefilteret.                                                                                                                         |
| Servicering                                                       | Flere filtre og placeringer skal serviceres.                                                                                             | Kun et filter skal serviceres, og det kan placeres, så det er nemt tilgængeligt.                                                                                                                    |
| Varmegenvinding i ventilationsanlæg                               | Er muligt, men kræver effektive olietågefiltre med afsluttende mikrofilter for at beskytte varmegenvindingsanlægget mod olieaflejringer. | Mere sikkert, fordi der kan vælges et bedre filter i flere trin med afsluttende mikrofilter og overvågning og alarm for filterskift, som giver en effektiv beskyttelse af varmegenvindingsanlægget. |
| Emissionsmålinger                                                 | Dyrt, fordi der i princippet skal måles efter hvert olietågefilter, også selvom de føres sammen i et afkast.                             | Billigere, fordi der kun skal måles i et afkast, når der kun er et filter, og reelt kan målinger udledes, når der er et afsluttende mikrofilter.                                                    |

Man kan ikke på forhånd afgøre, om det ene er bedre end det andet, for det afhænger i høj grad af de lokale forhold og prioriteringer. Der kan fx være stor afstand mellem maskinerne, som medfører store omkostning til rørforbindelser til et centralt olietågefilter. Værdien af den direkte genbrugte olie i de decentrale filtre kan også være en væsentlig faktor.

## 4.4 Regulering af luftforurening

Emissioner af forurenende stoffer til luften fra de mest forurenende virksomhedstyper, dvs. godkendelsespligtige virksomheder, reguleres via miljøgodkendelser, som fastsætter vilkår om bl.a. emissionsgrænseværdier. For de mest almindelige typer godkendelsespligtige virksomheder er der udarbejdet standardvilkår, som miljømyndigheden anvender ved godkendelse.

For særlige brancher er der lavet branchebekendtgørelser, som indeholder generelle regler med bl.a. emissionsgrænseværdier, som er direkte gældende. Et eksempel herpå er maskinværkstedsbekendtgørelsen, som omfatter maskinværksteder på mere end 1.000 m<sup>2</sup> og autoværkstedsbekendtgørelsen.

De virksomheder, som ikke er omfattet af godkendelsespligt eller branchebekendtgørelse, kan få et påbud om at nedbringe forureningen, hvis kommunen vurderer, at forureningen er væsentlig.

Emissionsgrænser og krav til emissionsbegrænsning fastsættes altid med baggrund i luftvejledningen, med mindre der er fastsat bindende krav i en bekendtgørelse.

Du kan læse mere om regulering af luftforurening m.m. her:

- o [Miljøstyrelsens hjemmeside](#)
- o [Miljøgodkendelsesvejledningen](#)
- o [Maskinværksteder](#)
- o [Autoværksteder](#)
- Andre nyttige links:
  - o [Luftvejledningen](#)
  - o [Godkendelsesbekendtgørelsen](#)
  - o [Standardvilkårsbekendtgørelsen](#)
  - o [Svejerøgsvejledningen](#)
  - o [Bekendtgørelse om anlæg og aktiviteter, hvor der bruges organiske opløsningsmidler \(VOC-bekendtgørelsen\).](#)
- Faglige rapporter mv.
  - o [Filtre med begrænset levetid. Referencelaboratoriets rapport nr. 51, 2009.](#)
  - o [Kontrol af partikelfiltre med transportabel kontinuert støvmåler. Referencelaboratoriets rapport nr. 38, 2007.](#)
  - o [Kontrolvilkår for HEPA-filtre. Referencelaboratoriets rapport nr. 33, 2006.](#)
  - o Rensemuligheder for partikler, herunder fine partikler. Referencelaboratoriets rapport nr. 13, 1999
  - o Energibesparelser ved trykluft. Udarbejdet af Dansk Energianalyse A/S for Energistyrelsen <http://www.dea.dk/images/stories/dea/rapporter/Trykluft.pdf>

## Bilag A Partikelfiltre

Til filtrering af partikler findes forskellige filterløsninger, afhængig af hvilken type applikation der er tale om.

Filertyperne er:

1. Posefilter
2. Patronfilter
3. Kassettefilter
4. Kuvertfilter
5. Absolutfilter/mikrofilter/hepafilter
6. Metalfilter
7. Keramisk filter
8. Olietågefilter



I figurerne herunder vises forskellige typer partikelfiltre med eksempler på anvendelsesområder.

**Figur 1 Posefiltre**

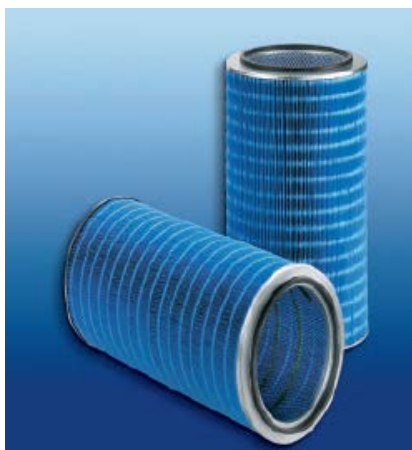




Filtrene i figur 1 anvendes til store støvbelastninger:

- Støbeprocesser, sandblæsning, slibning, polering og andre forædlingsprocesser
- Forskellige skæreprocesser
- Plast, kemiske og farmaceutiske pulvere
- Energianlæg

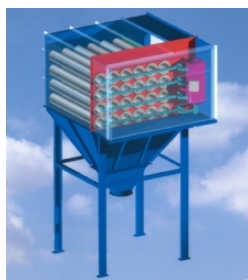
**Figur 2 Patronfiltre**



Patronfilter



Patronfilter



Patronfilterhus



Patronfiltre

Filtrene i figur 2 anvendes til lav støvbelastning:

- I metalindustrien
- Ved behov for effektiv filtrering på begrænset plads
- Filtrering af støv og luftarter fra industriprocesser, bl.a. svejserøg, plasmaskæring, sprøjtelakeringsanlæg, gasturbiner m.m.

**Figur 3      Kasettefiltre**



Filterelementer



Kasettefilterhus

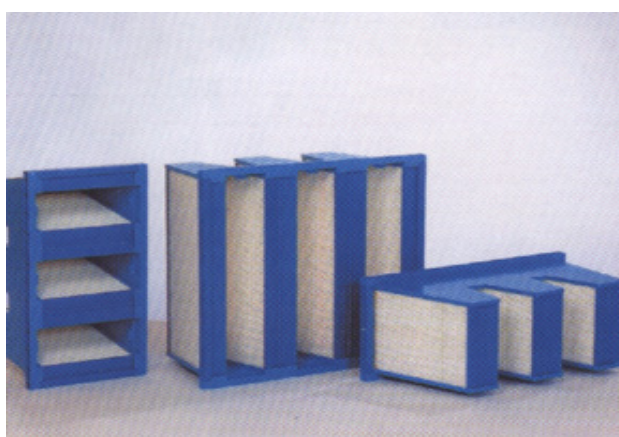
Filtrene i figur 3 anvendes til let eller medium støvindhold:

- Udsugningsluft fra slibeprocesser, siloer, mm.
- Cement, beton, sand, ler, teglsten m.v.
- Plast, farmaceutiske og kemiske pulvere, papirstøv
- Selvrensende eller engangsfilter

**Figur 4      Kuvertfiltre**



Kuvertfiltre



Compact kasette filter

Filtrene i figur 4 anvendes til lav støvbelastning

- Rumventilation
- Engangsfilter

**Figur 5 Mikrofiltre (absolutfiltre)**



Mikrofilter



Mikrofilter

Mikrofiltre i figur 5 er engangsfiltre, dvs. at de ikke kan regenereres. Derfor anvendes normalt et almindeligt filter før et absolutfilter, som fjerner hovedparten af partiklerne og dermed forøger levetiden for absolutfilteret.

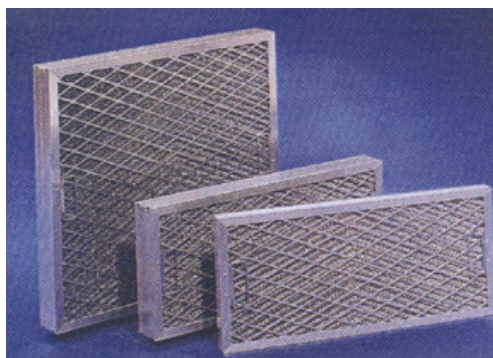
Anvendelse:

- I medicinalindustrien ved indsugningsluften for at sikre rent miljø ved sterilproduktion.
- Ved slutfiltrering på udblæsningsluft for at sikre nulemission fx for Hovedgruppe I stoffer og biologisk aktive stoffer.
- Ved slutfiltrering i olietågefiltre for at sikre meget lav emission.

**Figur 6 Metalfiltre**



Olietågefilter



Metalfilter

Filtrene i figur 6 anvendes til olietåge, fedtfang i emhætter og gnistfang:

- Forfilter i procesindustri
- Procesfiltrering, metalbearbejdning
- Filtrering af aerosoler (olietåge)

## Bilag B Oletågefiltre

Der er tre principper for oletågefiltre:

1. Filtrering
2. Centrifugaludskiller
3. Elektrofilter

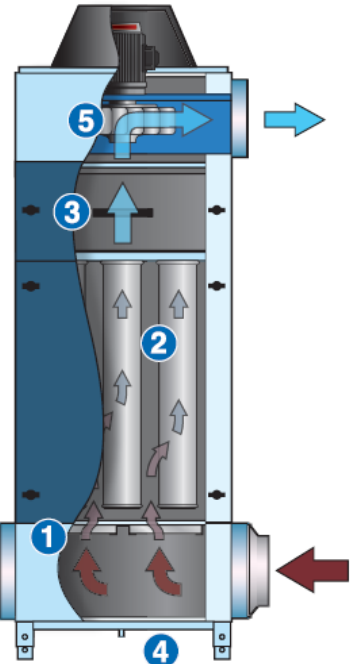
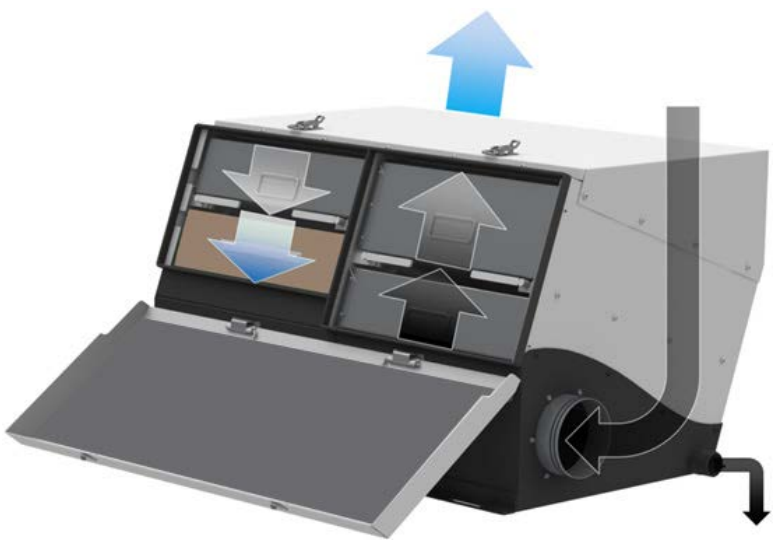
De tre principper er ofte kombineret med rensning i flere trin med stigende effektivitet, fx:

1. Groft stålfilter – finere stålfilter – mikrofilter
2. Groft stålfilter – centrifugaludskiller – mikrofilter
3. Groft stålfilter – elektrofilter – finere filter/mikrofilter

**Figur 7 Oletåge centrifugaludskiller**



**Figur 8 Olietågefilter i tre trin**

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                    |
| <p>Filter i tre trin<br/>1. Grovfilter<br/>2. Finfilter<br/>3. Hepa mikrofilter</p> | <p>Filter i tre trin (groft filter – finfilter - mikrofilter) og indbygget ventilator. Forberedt til differenstrykmåling med alarmgrænser for filterbrud og tid for udskiftning.</p> |

**Figur 9 Olietåge elektrofilter**

|                                                                                      |                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Elektrofilter med 4 trin<br/>Indgang fra venstre: Groft filter – finere filter – elektrofilter – mikrofilter</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Bilag C Filtermaterialer og filterklasser

Dette bilag giver en oversigt over filterklasser. Kapitlet anses for at være mest relevant for tilsynsmyndigheder, som har behov for viden om muligheder og begrænsninger i anvendelse af filterklasser til dokumentation for filtreringseffektivitet i forhold til emissionsgrænseværdier.

I takt med at der stilles store krav til kvaliteten af filtermaterialer, findes der efterhånden et stort udvalg af tekstilkombinationer. Selve filtermaterialet er fremstillet af mange forskellige materialer. Nogle af de hyppigst forekommende er vævet filt, som enten er vævet alene eller op over et strukturmateriale, samt syntetisk filtermateriale. På den måde tilpasses materialet den luft, der skal renses. Vævningens komposition har stor indflydelse på filtreringsresultatet. I tilfælde, hvor der er behov for yderligere filtreringseffektivitet, kan man påføre en membran (fx teflon) på filtermaterialet.

De mest almindelige materialer, der anvendes til filtre, er polyester, acryl, nomex, polypropylen, nålefilt og glas.

### C.1 Standarder

Posefiltermaterialer kan klassificeres efter forskellige standarder, hvor der her specielt fokuseres på de europæiske CEN standarder, som er bindende for alle EU medlemslande og er desuden tiltrådt af Island, Norge og Schweiz. CEN standarderne har dog ikke på alle områder erstattet forskellige nationale standarder, som har været anvendt i længere tid en CEN standarderne.

Grov- og finfiltre testes og klassificeres efter EU Standarden EN 779:2012 Partikelluftfiltre til generel ventilation – Bestemmelse af filtreringsegenskaber.

Mikrofiltre testes og klassificeres efter EN 1822-1:2009 Højeffektive luftfiltre (EPA, HEPA og ULPA) – Del 1: Klassifikation, ydeevneprøvning, mærkning.

Ved klassificeringen opereres der med to begreber, udskilningsgrad og afsværningsgrad. Udskilningsgraden angiver, hvor stor en del af noget standardiseret teststøv tilbageholdes af filteret. Hvis der fx tilføres 100 mg/m<sup>3</sup> støv, og 80 mg/m<sup>3</sup> opfanges på filteret, er udskilningsgraden 80%.

Afsværningsgraden angiver, hvor effektivt filteret tilbageholder fine partikler i størrelsen fra 0,4 µm til 1,0 µm.

Filtrene placeres i filterklasser afhængig af testresultaterne. Der kan være stor forskel på filtermaterialernes kvalitet, selvom de er i samme filterklasse, fordi klassificeringen udelukkende sker med korttidstest på helt nye filtermaterialer, og der indgår ikke nogen test af hverken styrke eller holdbarhed.

Filtereffektiviteten vil næsten altid være væsentlig bedre i praksis, end det filterklassen er mål for, fordi:

- Filtermaterialet fyldes op med små partikler, så filteret bliver mere effektivt efter nogen tids drift.
- Den filterkage, der opbygges, medvirker til en mere effektiv filtrering.
- Der er ofte en stor andel af større partikler, som udskilles 100%, fordi store partikler slet ikke kan trænge igennem filtermaterialet.

Filterklasserne fra de to standarder er vist i Tabel 1.



**Tabel 1. Filterklasser G og F fra DS/EN 779, samt klasse E, H og U fra DS/EN 1822**

| Filtergruppe                             | Filterklasse | Tilbageholdelse [%] | Standard / Metode                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------|--------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grovfiltre (G)                           | G1           | $50 \leq A_m < 65$  | DS/EN 779<br>Udskilning syntetisk støv (grove partikler)<br>$A_m$ = Middel tilbageholdelse af syntetisk støv (Average ar-<br>restance)                                   |
|                                          | G2           | $65 \leq A_m < 80$  |                                                                                                                                                                          |
|                                          | G3           | $80 \leq A_m < 90$  |                                                                                                                                                                          |
|                                          | G4           | $90 \leq A_m$       |                                                                                                                                                                          |
| Finfiltre (F)                            | F5           | $40 \leq E_m < 60$  | DS/EN 779<br>Afsværtning af fine partikler (aerosoler 0,4 - 1 $\mu\text{m}$ ).<br>$E_m$ = Middel tilbageholdelse af 0,4 $\mu\text{m}$ partikler (Average<br>efficiency). |
|                                          | F6           | $60 \leq E_m < 80$  |                                                                                                                                                                          |
|                                          | F7           | $80 \leq E_m < 90$  |                                                                                                                                                                          |
|                                          | F8           | $90 \leq E_m < 95$  |                                                                                                                                                                          |
|                                          | F9           | $95 \leq E_m$       |                                                                                                                                                                          |
| Mikrofiltre:<br>Hepa (H)<br><br>Ulpa (U) | E10          | $\leq 85$           | DS/EN 1822<br>Afsværtning af aerosol med partikler 0,04 $\mu\text{m}$ - 1,0 $\mu\text{m}$ .                                                                              |
|                                          | E11          | $\leq 95$           |                                                                                                                                                                          |
|                                          | E12          | $\leq 99,5$         |                                                                                                                                                                          |
|                                          | H13          | $\leq 99,95$        |                                                                                                                                                                          |
|                                          | H14          | $\leq 99,995$       |                                                                                                                                                                          |
|                                          | U15          | $\leq 99,9995$      |                                                                                                                                                                          |
|                                          | U16          | $\leq 99,99995$     |                                                                                                                                                                          |
|                                          | U17          | $\leq 99,999995$    |                                                                                                                                                                          |

EU standarden EN 779:2012 om test og klassificering af grov- og finfiltre angiver to testmetoder, udskilningsgrad og afsvævningsgrad, der begge opgøres i %. De måles for grovfiltre ved vejning af partikler opsamlet på et filter og for finfiltre ved afsvævningsgraden, der måles optisk.

Mikrofiltre afprøves med aerosoler og måling af afsvævningsgraden på samme måde som finfiltre. Der udføres flere målinger, idet aerosolpartiklernes størrelse varierer mellem 0,04  $\mu\text{m}$  og 1,0  $\mu\text{m}$  ved afprøvning af filtermediet.

Et filter vil typisk ændre filtreringsevne, efterhånden som filteret belastes med støv. Det vil normalt altid stige i begyndelsen og, afhængigt af partiklernes egenskaber, enten forblive eller stige lidt, eller også vil den falde. Det er derfor ofte nødvendigt at tage hensyn til såvel filtreringsevnen i begyndelsen som over perioden. Filterklasserne tager kun udgangspunkt i den gennemsnitlige filtreringsevne for helt nye filtermedier.

Samtidig vil tryktabet over filteret stige, efterhånden som filteret fyldes med støv. Her er det værd at bemærke, at der ses forskellige udviklingskurver for stigningen i tryktabet, afhængigt af det anvendte filtermateriale og især af den type støv, der filtreres. De "bløde" typer partikler fylder langsomt filtermaterialet op med mindre partikler, så tryktabet til sidst bliver så stort, at filteret skal skiftes. Den "hårde og skarpe" type partikler fylder også filtermaterialet op, men fordi partiklerne har skarpe kanter, slider de på fibrene i filtermaterialet, som efterhånden bliver tyndere og mere porøst, så filtreringseffektiviteten begynder at falde. Ved "hårde og skarpe" partikler kan tryktabet ikke bruges til at vurdere, hvornår det er tid at skifte filteret. Her bliver man nødt til at få vurderet posernes tilstand (fx af leverandøren) eller foretage en måling af emissionen.

## **C.2 Andre standarder til test af filtermaterialer**

Der findes fleres andre standarder end DS/EN 779 og DS/EN 1822 til test og klassificering af filtermaterialer.

En af de mest udbredte og kendte er den tyske filterklasse BIA C, der opfylder Arbejdstilsynets krav til op-sugning af sundhedsfarligt støv. BIA C filtre holder mindst 99,9% af støvet tilbage. Filtrene er desuden frem-stillet i materialer, der har meget lang levetid og er lette at holde rene.

HEPA er engelsk filterklasse. HEPA-filtre holder mindst 99,995% af støvet tilbage.

Der findes flere andre standarder eller filterklasser, som har været mere eller mindre udbredt, men generelt er de beregnet til at teste filtre til anden anvendelse end industriel luftrensning, fx i støvsugere og andre ap-parater, som ikke er direkte relevante for større filtre til industriel procesudsugning. Der ses dog relativt ofte, at filterleverandører har en sådan alternativ test af deres filtermateriale til dokumentation for dets effektivitet. Der bør dog anvendes filtre klassificeret efter CEN standarderne, men det vigtigste er selvfølgelig, at filtermaterialerne er anvendelige og effektive til den givne opgave. Leverandørens erfaring og referencer til lignende anvendelser kan derfor godt være vigtigere, end hvilken testmetode der er anvendt til at klassifi-cere filtermaterialet.



## **Bilag D    Eksempler på egenkontrol af partikelfiltre**

### **D. 1. Egenkontrol**

I dette afsnit gives anvisninger på en række metoder til at udføre løbende kontrol af filtre i forhold til at kontrollere om filteret forsat er tæt.

Når din virksomhed skal gennemføre den periodiske egenkontrol med filtrene, kan dette gøres på flere måder. Formålet med egenkontrollen er at opdage nye støvaflejringer, som er kommet på grund af en opstået utæthed i filteret.

#### **Visuel direkte kontrol af filteret**

Hvis det er muligt at inspicere renluftsiden af selve filteret, hvor den rene luft kommer ud af filtrene, er det en nem metode at bruge, fordi der normalt vil komme tydelige støvaflejringer omkring en utæthed.

På mange filtre er det ikke muligt at få adgang til at inspicere renluftsiden, fordi der ikke er nogen luger, der kan åbnes. Mange filtre er også placeret på tage, hvor renluftsiden er i toppen, hvor der ikke er en nem adgang i form af trapper eller lejdere, og uanset om der er luger ind til renluftsiden eller ej, kan man ikke umiddelbart komme derop.

Der er dog flere alternativer til at kontrollere et filter for utætheder, og her listes og forklares en række af dem. Listen ikke er komplet, da der sagtens kan være flere velegnede kontrolmetoder afhængigt af opbygningen af det enkelte filter. Her kan filterleverandøren også bruges som hjælp til at få klarlagt den bedste metode for den enkelte filterløsning og afkastsystem.

#### **Inspektion i afkastrør**

I stedet for at inspicere filterets renluftsider kan man opnå et næsten lige så godt resultat ved at inspicere afkastrøret. Hvis der er en utæthed, vil der nemlig komme støvbelægninger i hele systemet frem til afkastet. Sørg for, at der er luger, der skaffer nem adgang til at kigge ind.

#### **Kontrolstang**

Man kan installere en udtagelig glat stang i afkastrøret efter filteret, eventuelt med en god kontrastfarve til støvets farve, som man en gang månedligt tager ud og inspicerer for støvaflejringer. Stangen tørres af med en klud, gerne med samme kontrastfarve som stangen, og hvis der er støv på den, kan den gemmes eller fotograferes, så man kan sammenligne med efterfølgende inspektioner og klude.

#### **Farvet støv**

Man kan tilsætte farvet støv før filteret og umiddelbart efter inspicere renluftsiden af filteret for utætheder. Utætheder ses ved aflejringer af det farvede støv i området tæt ved utætheden. Brug af farvet støv forudsætter dog, at man direkte kan inspicere rensiden af hvert filterelement. Metoden kan være hensigtsmæssig, hvis det er vanskeligt at finde en utæthed pga. det rensede støvs farve, eller hvis man vil kontrollere filteret for utætheder efter reparation eller udskiftning af filtrene. Metoden kan dog kun anvendes, hvis det

farvede støv ikke betyder noget for udnyttelsen eller bortskaffelse af det udskilte støv i filteret (fx, hvis filteret udskiller et fødevareprodukt som mel).

Farvet støv kan bestå af inaktivt støv med en partikelstørrelse på 3 – 4 µm, som er påført et fluorescerende farvestof, så støvet lyser op ved bestråling med UV lys fra en bærbar UV lampe. Støvet kan bestå af forskellige materialer som talkum (uden asbestfibre), calciumcarbonat, dolomitstøv ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), zinkoxid, hvedemel eller majs fibre. Farvestoffet udgør en meget lille del af det farvede støv (op til 1%), men det er meget vanskeligt at finde oplysninger om indholdet og hvilke specifikke farve-/fluorescerende stoffer, der anvendes.

Der findes flere leverandører af farvet støv til lækagekontrol af filtre, specielt i udlandet, som kan findes på Internettet ved at bruge søgeord som:

- Lækagesøgningspulver
- Leak detection powder
- Broken Bag Detection
- Baghouse leak test powder

De fleste leverandører har også en anvisning til beregning af den mængde farvet støv, der skal tilsættes i forhold til filterarealet, og hvor hurtigt man skal stoppe blæseren efter tilsætning af støvet.

Metoden med farvet støv kan ikke anbefales til månedlig kontrol af filtre, men den er velegnet til kontrol af tæthed efter filterskift og til lækagesporing ved konstateret utæthed, som evt. er identificeret ved en af de andre kontrolmetoder.

### Kontrolslange

Man fører et rør eller slange fra filterets renluftside eller afkastør ned til et lettilgængeligt sted og forsyner det med en afspærringsventil og en slangestuds, og der monteres en klar plastslange, hvor eventuelle støvaflejringer kan observeres. Ventilen holdes åben under normal drift, så en lille delstrøm af luften blæses ud her (Systemet kræver et overtryk på renluftside, som kan drive delstrømmen gennem slangen. Det skal kontrolleres, om der er flow gennem slangen). Ved utætheder vil der sætte sig mere støv end normalt i plastslangen. Støvmængden i slangen skal registreres ved hver månedlig inspektion, så en eventuel stigning i støvaflejringer kan registreres. Hvis der ved normal drift er lidt støv i luften, kan det være nødvendigt at skifte plastslangen med jævne mellemrum, hvilket naturligvis skal noteres, og lade det indgå i vurderingen af, om der er en øget støvaflejring. Som ved stangen er det en god ide at tage billeder og evt. skifte slangen ved hvert tilsyn. Hvis der er undertryk før filteret, kan den anden ende af slangen med fordel føres ind i filterets tilgang (før filter). Det er dog vigtigt, at man kan holde øje med, om der er en luftstrøm igennem slangen, og at der ikke kommer kondens i slangen, fordi det kan genere eller helt ødelægge kontrolmetoden.

### Fastmonteret støvvagt

En støvvagt giver alarm, når en forudindstillet grænse overstiges. En støvvagt kan installeres permanent. Støvvagter kan ikke umiddelbart kalibreres, så alarmgrænsen indstilles efter erfaring eller ved at skruer den ned, indtil den giver alarm ved normal drift og støvbelastning til filteret. Efterfølgende skrues den lidt op, så alarmen ophører. Det er typisk den metode, der anbefales i støvvagtens brugsanvisning. Støvvagter kan være gode og effektive, og hvis de er indstillet korrekt, kan de effektivt alarmere, hvis støvemissionen stiger, f.eks. fordi der er kommet en utæthed i filteret.

### **Instrumentmålinger af støvkonzentrationen**

Kontrol ved måling af støvkonzentrationen i luften efter filteret med en lille transportabel og håndholdt kontinuert støvmåler. Det kan være en støvmåler med lysspredningsprincippet eller en partikeltæller, hvor det vigtigste er, at man anvender det samme instrument hver gang, så man ved, hvad niveauet normalt er, når filteret med sikkerhed ikke har nogen utætheder. En forhøjet måling vil vise, at der er opstået en utæthed. Man skal dog være opmærksom på ikke at måle, når der sker regenerering af filteret med trykluft. Ved regenerering udsættes filteret for en kraftig påvirkning, der kan frigive nogle af de partikler, der er ophobet i filtermaterialet og dermed forårsage en kortvarig forhøjet koncentration.

### **D.2 Rengøring af filterets renluftside**

Selv ved små og ubetydelige utætheder kan der være støvaflejringer omkring utætheden i filterets renluftside. Observeres sådanne aflejringer, skal filteret serviceres og filterelementerne skal måske udskiftes, så filteret bliver helt tæt igen. Efter konstatering af utætheder er det vigtigt, at støvaflejringerne fjernes ved rengøring (støvsugning), så der ved næste inspektion ses, om der er kommet nye støvaflejringer.

Afhængigt af filterets effektivitet og partiklernes kornstørrelsesfordeling før filteret, kan der slippe en vis mængde små partikler igennem filteret, uden at emissionsgrænseværdien overskrides. Det kan give anledningen til en tynd og jævn aflejring af fint støv på alle overflader i filterets renluftside og i rørene frem til afkastet, som derfor ikke skyldes utætheder. Man vil normalt kunne se forskel på sådan en belægning og en større aflejring af støv ved en utæthed, fordi der også kommer større partikler igennem en utæthed, som tydeligt aflejres i området omkring utætheden.

Støv belæggningerne kan fjernes effektivt, helst ved støvsugning, med et langt rør der er forsynet med en støvsugerborste. Ved anvendelse af andre kontrolmetoder end visuel inspektion af renluftside er rengøringens effektivitet mindre vigtig.

### **D.3 Generelt om kontrol af partikelfiltre**

Som regel er nye filtre tætte og renser luften effektivt, men der ses alligevel eksempler på utætheder fra begyndelsen eller efter kort tids drift. Årsagen kan være, at fabrikantens forskrifter ikke er fulgt ved monteringen, så der er utætheder, poserne falder af, eller anlægget kører med for høje og forcerede trykforhold, hvilket kan medføre lækager ved filterposernes befæstelse.

Efter længere tids drift er de typiske årsager til forhøjet emission utætheder i filtermaterialet, hvilket skyldes slid i forbindelse med regenereringen, brændte huller forårsaget af gnister eller gløder, eller huller forårsaget af skarpe/spidse genstande, der har ramt filtermaterialet. En tredje type fejl er utætheder i selve filterhuset, hvilket ikke har nogen relation til filtermaterialerne. Årsagen er typisk tæring eller utætheder i samlinger, hvor en eventuel fugemasse ikke længere lukker tæt.

Ved anvendelse af partikelfiltre til procesluftrensning er de fejl, der typisk opstår, enten forkert valg af filtermateriale, for stor belastning på filteret, eller at der er lukket for trykluft til regenereringen.

Når partikelfiltrene bruges til røggasrensning, kan der også forekomme skader på filteret forårsaget af for høje driftstemperaturer, hvilket kan medføre en væsentlig ændring i vævstrukturen, fordi fibermaterialet smelter eller kollapser. Det kan bevirke, at filtermaterialet ikke kan bære en støvkage, eller at partiklerne trænger direkte igennem filteret og ud på rengassiden.