



## molekylärfiltrering bevarar museiföremål

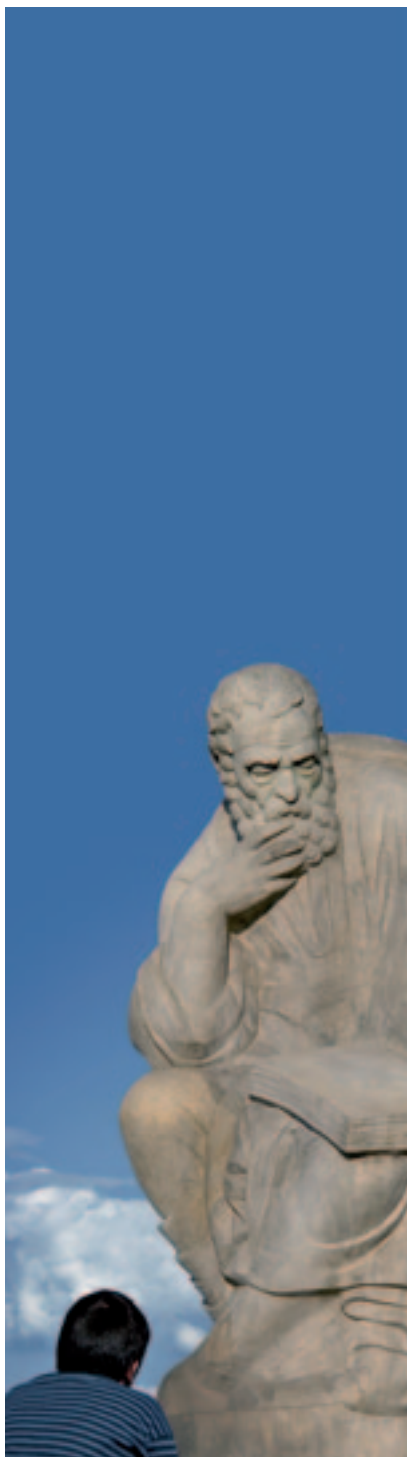
Camfil Farr    Segmentbroschyr

Museer, gallerier, arkiv

Camfil Farr – clean air solutions



## konsten att bevara museiföremål



Den primära funktionen hos museer, konstgallerier, bibliotek och dokumentarkiv är att bevara föremål åt kommande generationer. Föremålen måste inte vara urgamla utan kan vara av relativt sent datum men ändå vara känsliga, t.ex. regeringsdokument, tidningar och mikrofilm.

Bevarandet kan ske i form av avhjälpande åtgärder (reparera uppkomna skador), men det är i det långa loppet betydligt mer önskvärt och kostnads-effektivt att förhindra nedbrytningen. Detta synsätt kallas "förebyggande konservering". Molekylärfiltrering spelar en viktig roll inom förebyggande konservering.

### Visnings- och förvaringsförhållanden i museer, gallerier och arkivbyggnader

Olämpliga omgivningsförhållanden kan orsaka obotliga skador på ömtåliga museiföremål. Bland de kritiska parametrarna kan nämnas temperatur, relativ luftfuktighet, belysning, partikelföroreningar (damm), molekylära föroreningar (gaser) och ohyra. Det är också mycket viktigt att temperaturen och luftfuktigheten är stabila. I vissa fall kan plötsliga förändringar vara skadligare än ett stabilt tillstånd på en i och för sig ej idealisk nivå. Man vet också att det finns ett synergisamband mellan temperaturökning, ökad luftfuktighet, molekylära föroreningar och nedbrytningshastighet. Olika slag av föremål, t.ex. papper, målningar, metaller och trä, har vart och ett sina krav på förvaringsförhållandena.

En mycket hög nivå av omsorg och kunskap måste gälla vid projektering och uppförande av byggnader som ska

användas för visning och förvaring av konstföremål. Det kan vara intressant att notera att i de flesta samlingar finns bara en liten del av konstföremålen utställda för visning. Huvuddelen ligger i förvar.

Om det finns olika kategorier av konstföremål utformas byggnaden normalt med cellsystem så att det är möjligt att åstadkomma olika mikroklimat. Alla byggnader måste ha någon form av ventilation.



Eftersom det är nödvändigt att kunna andas bra luft ökar normalt ventilationsinsatsen med det antal människor som vistas i byggnaden. Genom fläktventilation eller självdrag kommer extern eller "frisk" luft in i byggnaden. Denna luft innehåller samma partikelformiga och molekylära föroreningar som uteluften. Externa föroreningar kan också komma in i byggnaden via "smitvägar", t.ex. öppna fönster, varuintag och byggsador. Förutom externa källor finns också viktiga interna föroreningskällor som kan skada föremålen. Människor avskräddar stora mängder partiklar från hud och kläder. Man vet att de interna partikelnivåerna dagtid kan vara högre än de externa nivåerna ute på gatan. Molekylära föroreningar kan komma från byggnads-material och ytskiikt, från förvaringsmaterial och, kanske något överraskande, från själva konstföremålen.

## problemet: molekylära föroreningar

Även om det finns naturliga källor, t.ex. hetvattenkällor och vulkaner, kan de flesta molekylära luftföroreningar hänföras till mänsklig verksamhet som kraftgenerering och transporter. Normalt sammanhänger de med hög befolkningstäthet, t.ex. i städer.

Beträffande skador på museiföremål kan man dela in molekylära föroreningar i två huvudkategorier:

- föroreningar med **sura kemiska** egenskaper
- föroreningar med **oxiderande kemiska** egenskaper

De viktigaste sura prekursorgaserna är svaveldioxid och kvävedioxid. De kan reagera med luftfuktigheten och bilda starkare ämnen som svavelsyra och salpetersyra. Syror orsakar skador genom korrosion på material som metaller och marmor. Andra skadepåverkande material är läder, ylle, siden, papper och fotomaterial.

De viktigaste oxiderande gaserna är ozon, salpetersyra och andra syre-kväveföreningar. Sådana gaser orsakar skador på framför allt organiska material. Effekterna kan liknas vid ett för tidigt åldrande. I vissa fall kan ozon medföra nedbrytning av det organiska materialet och bilda karboxylsyror. Sådana syror kan öka nedbrytningshastigheten i det utsatta konstföremålet och i andra närbelägna föremål. Bland utseendeförändringar som är typiska för oxidering kan nämnas gulnande, försprödning, blekning och fläckar på metaller.

Molekylära föroreningar betecknas genom deras halter av enskilda kemiska ämnen eller ämnesgrupper. Halterna mäts normalt som mikrogram per kubikmeter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eller som miljarddelar (ppb). Halterna av sådana gaser i städer rapporteras ofta på olika webbsidor. Föroreningsmolekyler arbetar var för sig, och vid en halt på 10 miljarddelar (en mycket låg nivå i omgivningsluften) finns det i varje kubikmeter luft 25 000 000 000 000 000 molekylar som var och en kan orsaka skador.

En sammanfattning av molekylära föroreningar och deras effekter finns i tabell 1.

### Partikelföroreningar

Partikelföroreningar uppkommer från många källor, t.ex. förbränningsprocesser (industri, kraftgenerering, fordonsavgaser, cigarettrök), bildäck som rullar på vägar, byggnadsverksamhet och människor.

Tunga metallhaltiga partiklar är nötande och kan avsätta sig på olika ytor och repa dessa. Mindre partiklar kan hålla sig svävande och transporteras med luftens rörelser till alla hörn i rum och montrar. När de avsätter sig på ytorna uppstår nedsmutsning och missfärgning.

Många partiklar, i synnerhet de som härrör från förbränning, är av naturen oljiga eller sotiga och har hög surhetsgrad. Sådana partiklar är särskilt skadliga eftersom de klibbar fast och kan orsaka korrosion av många material.

Partiklar från byggnadsarbete (betong) har både alkaliska och nötande egenskaper och är skadliga för föremål som tavlor och textiltfibrer.

Partiklar specificeras efter deras storlek och frekvens, det vill säga deras antal per volymenhet (per kubikmeter). Om partikelföroreningsnivån är hög kan det vara lämpligt att ange den som en vikt ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

Gas	Formel	Källa	Känsliga föremål	Slag av skador
svaveldioxid	(SO <sub>2</sub> )	externa, trafikavgaser,  kraftgenerering	metaller, marmor, kalksten, papper,  gamla målningar, mörknande särskilt naturliga pigment (oorganiska och organiska)	syrakorrosion  på grund av sulfidbildning
kväveoxider, särskilt kvävedioxid	(NO <sub>x</sub> ), NO <sub>2</sub>	externa, trafikavgaser	metaller, marmor, kalksten	syrakorrosion
ozon	(O <sub>3</sub> )	externa, atmosfäriska	papper, tyger	oxidation (åldring)
svavelväte	H <sub>2</sub> S	externa – industri, avloppsrening. interna – läderföremål	gamla målningar, särskilt naturliga pigment på grund av (oorganiska och organiska)	mörknande sulfidbildning
organiska syror – myrsyra, ättiksyra	HCOOH CH <sub>3</sub> COOH	interna – träinredningar, trä- och pappersföremål	metaller och material med organisk bas	
organiska ämnen, t.ex. fenol, formaldehyd	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	interna, byggmaterial och inredningar	olika	åldring

Tabell 1: Gasformiga föroreningar, deras källor och verkan.

1



## Camcarb Metal

En robust lösning som kan fyllas med adsorbenter. Produkten ger långa kontakttider, lång livslängd och mycket hög avskiljningsgrad. De cylindriska patronerna av rostfritt stål kan fyllas på med nytt medium. Camcarb lämpar sig särskilt för ersättningslufttillämpningar vid rening av tilluft.

2



## Camcarb Green

En robust lösning som kan användas med alla adsorbenter. Produkten ger långa kontakttider, lång livslängd och mycket hög avskiljningsgrad. Greenversionen är en engångsprodukt som kan omhändertas genom förbränning. Camcarb lämpar sig särskilt för ersättningslufttillämpningar vid rening av tilluft.

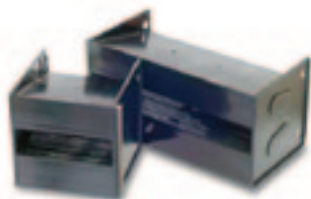
3



## Camsure

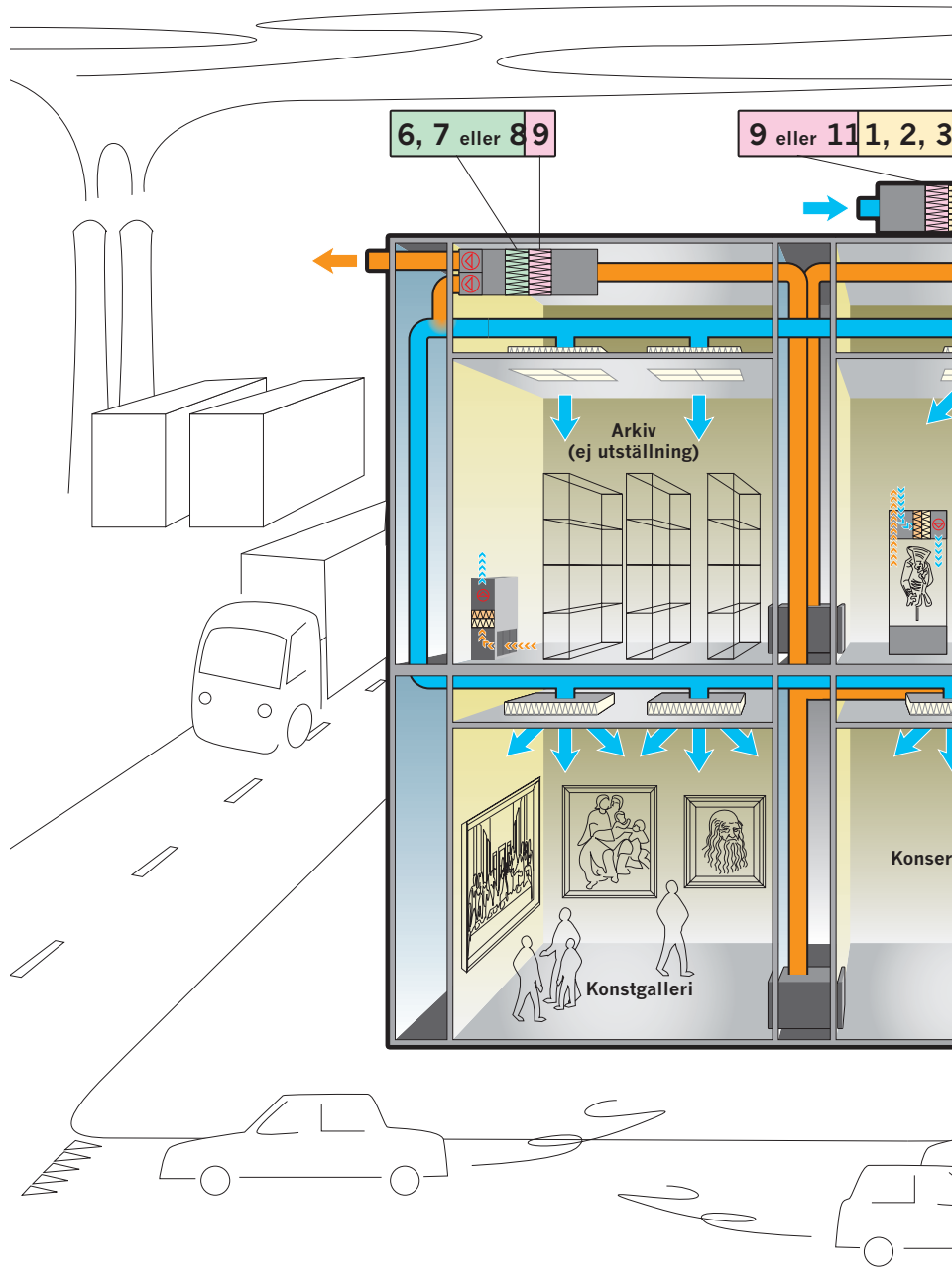
En robust lösning i planpanelform som kan användas med alla adsorbenter. Produkten ger långa kontakttider, lång livslängd och mycket hög avskiljningsgrad.

4



## GDM 300

En robust lösning som används med Campuremedier.



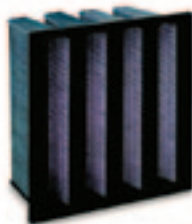
5



## AirCarb & AirSorb

Lätthanterliga engångskassetter med Campure medier.

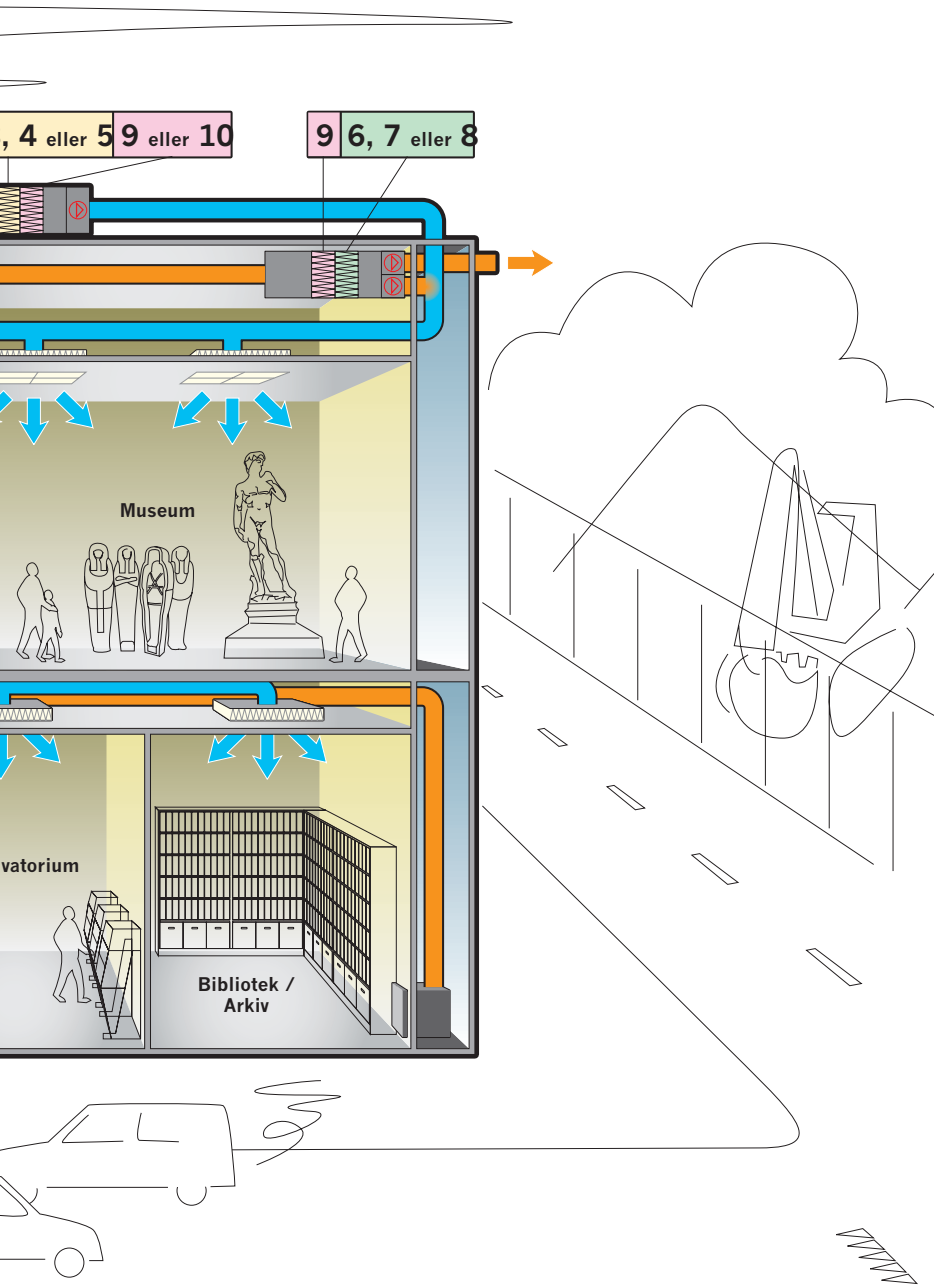
6



## Citysorb

En mycket kompakt och praktisk lösning med inriktning på låga halter (framför allt i recirkulationstillämpningar). Citysorb använder en mycket fint indelad adsorbent och ger en snabb adsorptionsdynamik (Rapid Adsorption Dynamics, RAD).

Det finns två versioner, en med en bredspektrumadsorbent av mycket hög kvalitet och en med impregnerat aktivt kol som stoppar sura gaser.



## Fasta föroreningar (partikelfiltrering)

För att konstföremålen ska kunna bevaras effektivt måste de skyddas mot små aggressiva partiklar. Sådana partiklar, som dessutom ofta har hög surhetsgrad, härrör från förbränningsprocesser och har storlekar som är mindre än 1 µm. Därför måste molekylärfilter användas tillsammans med partikelfilter med hög avskiljningsgrad. Enligt Europannormen EN 779:2002 måste man använda filterslutsteg i klass F9. Det krävs också att filtret har en hög ursprunglig avskiljningsgrad och att den bibehåller sin avskiljningsgrad under hela livslängden. Se "utloppsavskiljningsgrad" i protokollen till EN 779:2002. Observera att penetrationen av fina partiklar genom ett filter i klass F9 är mindre än hälften av penetrationen genom ett filter i klass F7.

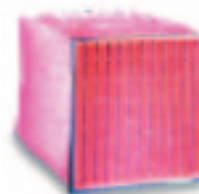
För att förhindra mikrobiell tillväxt bör ventilations-systemet utformas så att den relativa fuktigheten aldrig överstiger 90 % och att den genomsnittliga luftfuktigheten under tre dagar understiger 80 % i alla systemets delar, inklusive filtren. Om det är praktiskt svårt att uppfylla de här kraven rekommenderar vi tätare filterbyten.

Camfil Farr, som har över 50 års erfarenhet av komfortluftfiltrering, rekommenderar följande partikelfilter för partikelfiltrering i museer.

9

### Hi-Flo

Ett mycket effektivt påsfilter i filterklasserna F5 - F9. Den optimerade filterutformningen och de överlägsna materialen gör filtret till ett idealiskt val när man vill uppnå mycket höga IAQ-nivåer. Hi-Flo-filtret är ett idealiskt förstastegsfilter med ett optimalt lågt tryckfall och gott skydd för andra stegets filter.



10

### Opakfil Green

Ett högeffektivt kompakfilter i filterklasserna F6 - H11. Opakfil Green ger en mycket hög partikelavskiljningsgrad i ett kompakt format. Ett idealiskt andrastegsfilter för uppfångning av fina partiklar.



11

### Ecopleat Green

Detta är den nya generationen av finkompaktfilter som är idealiskt för begränsade utrymmen. Finns i helt brännbara versioner.



8

### Cityflo

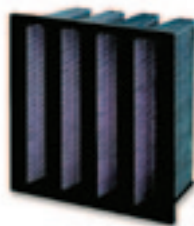
En medlem av Hi-Flo-påsfilterfamiljen med ett skikt av aktivt kol med mycket effektiva bredspektrumegenskaper.



7

### Citycarb

Det finns två versioner, en med en bredspektrumadsorbent av mycket hög kvalitet och en med impregnerat aktivt kol som stoppar sura gaser. En produkt som liknar Citysorb, men med ett extra inbyggt partikelfilterskikt i klass F7.



# säkra halter av molekylära föroreningar



Man kan tycka att eftersom varje enskild molekyl har förmåga att orsaka förändringar eller skador på ett konstföremål så är den enda säkra halten av molekylära föroreningar noll. Detta är dock inte praktiskt genomförbart. Även med en obegränsad budget skulle en optimal kombination av alla styrande faktorer troligen ändå inte ge önskat resultat.

Hur som helst är skador på konstföremål ett dosbaserat fenomen. Det är inte enbart halten som är viktig, utan man måste också ta hänsyn till

exponeringstiden. Målsättningen för en förebyggande konservering är att säkerställa att samlingarna håller sig stabila under rimligt långa tidsperioder (hundratals till tusentals år). Det finns inga absoluta definitioner för godtagbara halter av molekylära föroreningar, eftersom känsligheten hos olika konstföremål varierar och de skadliga verkningarna också styrs av andra faktorer som temperatur och luftfuktighet. Det finns dock riktlinjer för högsta tillåtna gashalter i miljöer som är godtagbara för långtidsförvaring, se tabell 2.

Molekylär förorening	Godtagbar halt	Rekommenderad kontrollmetod	Källa
svaveldioxid	<10 µg/m <sup>3</sup>	aktivt kol eller aktivt aluminium	British Standard BS5454 2000
kväveoxider	<10 µg/m <sup>3</sup>	aktivt kol eller aktivt aluminium	British Standard BS5454 2000
ozon	< 2 µg/m <sup>3</sup>	aktivt kol	International Centre for the Study for Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM)

Tabell 2

## Lösningen för molekylära föroreningar

Molekylär filtrering är en kostnadseffektiv metod för att kontrollera skadliga föroreningar och skapa säkra förvarings- och visningsförhållanden. Det finns olika lösningsmodeller allt efter typ och halt av gasformiga föroreningar, typ av föremål som ska skyddas och ventilations-systemets utformning.

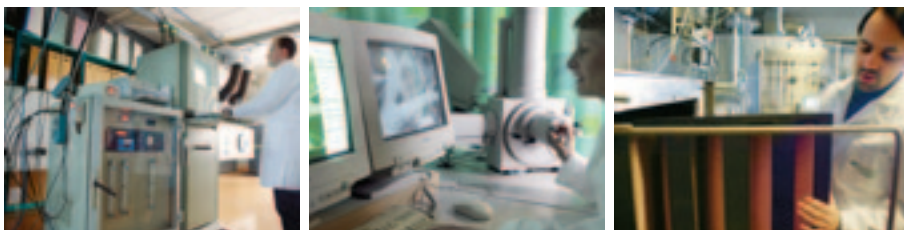
Molekylär filtrering kan användas i antingen friskluft- eller recirkulationsluft-aggregaten. Vid lösningar för friskluft måste man ta hänsyn till de höga externa halterna och att filtreringen måste ske i flera steg. Vid lösningar för recirkulationsluft gäller lägre halter i omgivningsluften.

## Adsorbenter

Det finns adsorbenter för bekämpning av hela urvalet av skadliga gaser. Adsorbenterna fungerar antingen med en "bredspektrum"-funktion mot ett mycket brett urval av gaser (i synnerhet svaveldioxid och organiska ångor) eller använder en kemisk adsorptionsmekanism för att bekämpa en specifik gas eller grupp av gaser, t.ex. syror eller formaldehyd.

Grundmaterial	Materialtyp	Kvalitetsbeteckning	Borttagningsmekanism	Målgaser
aktivt kol	aktivt kol av kokosnötskal	LGS612	bredspektrum	svaveldioxid, ozon, organiska ångor
	aktivt kol av kokosnötskal	LGS048		svaveldioxid, ozon, organiska ångor
	kolaktiverat kol	CEX002		organiska ångor, ozon
	kolaktiverat kol	CEX003		organiska ångor, ozon
	kolaktiverat kol impregnerat med kopparoxid	CEX003/A4 CEX003/A5	kemisk adsorption	svaveldioxid (hög kapacitet), kvävedioxid, ozon
	kolaktiverat kol impregnerat med kaliumbikarbonat	CEX003/A6	kemisk adsorption	sura gaser (hög kapacitet)
aktivt aluminium	aktivt aluminium impregnerat med kaliumpermanganat	Campure 8	kemisk adsorption	sura gaser, formaldehyd
	blandning av aktivt kol och aktivt aluminium impregnerat med kaliumpermanganat	Campure 8/ CEX003	kemisk adsorption/ fysisk bredspektrum adsorption	sura gaser, formaldehyd, organiska syror

## Supporttjänster och FoU



Camfil Farr kan erbjuda ett omfattande urval av supporttjänster som gör det möjligt för användarna att få ut mesta möjliga nytta av sina molekylärfiltersystem. Det är särskilt viktigt att kunna lita på luftkvaliteten i slutna utrymmen och att kunna förutsäga livslängden innan filtrets avskiljningsgrad har sjunkit till en oacceptabel nivå och filtret till slut blir obrukbart.

De passiva provtagningsanordningarna Gigacheck och Campure coupon erbjuder en bekväm och ekonomisk metod för bestämning av halten av olika gaser i ventilationssystem eller slutna utrymmen.

Mer sofistikerade mätningar kan göras kontinuerligt i realtid med ISA Check.

Gigamonitor-metoderna används för att analysera prover från begagnade molekylärfiltermedier och för att bestämma hur mycket föroreningar som har absorberats. Genom en serie av analyser med lämpliga tids mellanrum kan man övervaka den återstående livslängden och planera byten innan fel uppkommer. Detta är en väsentlig del av bevarandestrategin för alla föremål.

Camfil Farr har en unik provningsanläggning för molekylärfilter där produkter kan testas i full skala med ett brett urval av temperaturer och luftfuktighetsvärden som simulerar verkliga tillämpningsförhållanden. Testfiltren kan belastas med många olika gaser och ångor. Med hjälp av sofistikerad detekteringsutrustning uppströms och nedströms om filtren kan man få fram realistiska kurvor över ursprunglig avskiljningsgrad och över avskiljningsgraden som funktion av livslängden.



Gigacheck



Campure Coupon



ISA Check

## Camfil Farr...

...är världsledande inom renluftteknik och energieffektiva luftfilterlösningar och har produktutveckling, F&U och lokal representation i Nord- och Sydamerika, Europa och Asien-Stillahavsområdet.

Vi kan erbjuda högkvalitativa produkter och tjänster som gör våra kunders verksamhet mer hållbar, energieffektiv och produktiv.

Vårt eget arbete för hållbarhet bedrivs på det globala planet och tar hänsyn till såväl människor och miljö som verksamhetens effektivitet.

Camfil Farr är medlem i FN:s Global Compact-program och följer GRI-modellen i sin hållbarhetsredovisning.

[www.camfil.se](http://www.camfil.se)

### Camfil Svenska AB

Trosa +46 (0)156 537 00 (HK och fabrik)

Österbymo +46 (0)381 55 13 80 (Produktionsanläggning metallfilter)

Eskestuna +46 (0)16 14 27 32 · Falun +46 (0)23 131 15 · Göteborg +46 (0)31 709 95 50 · Helsingborg +46 (0)42 22 20 38

Malmö +46 (0)40 680 67 30 · Norrköping +46 (0)11 39 11 91 · Stockholm +46 (0)8 603 08 00 · Umeå +46 (0)90 12 56 92 · Örebro +46 (0)19 10 26 80 · Örnsköldsvik +46 (0)660 22 16 50