

Fettavskiljning i storköksimkanaler.

Fettavskiljningen kan ske genom mekaniska filter enbart eller i en kombination av mekaniska filter och kemisk eller biologisk behandling. Exempel på mekaniska filter är stickade filter, labyrintfilter och cyklonfilter. System med roterande separationsplåtar hör till gruppen mekaniska "filter", även om ordet mekanisk fettavskiljare är ett mer korrekt namn. Dessa behandlas särskilt senare i artikeln.



Stickade filter



Labyrintfilter

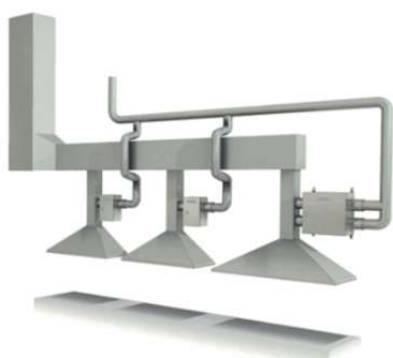


Cyklonfilter

Exempel på kemisk behandling är Ozongeneratorer och behandling med UV-ljus. Exempel på biologisk behandling är injicering av bakterier i kanalsystemet. I många fall finns även ett traditionellt luftfilter i luftbehandlingsaggregatet i den mån imkanalen är ansluten till ett sådant.

Ozongeneratorer

Man skiljer på luftmatade och syrematade ozongeneratorer. Luftmatade system använder tilluften, som innehåller cirka 21 % syre, medan syrematade system använder torr syrgas med en syrehalt på cirka 90 %. Systemen skiljer sig åt avseende prestanda, underhållsbehov och installationsutrymme. En syrematad ozongenerator kan enkelt anslutas till flera kökskåpor och används därför främst i anläggningar med flera kåpor och höga luftflöden.



Luftmatad Ozongenerator



Syrgasmatad Ozongenerator

För att ozonbehandling av frånluften ska fungera effektivt krävs att ozonet blandas homogent med luftströmmen. Eftersom oxidation av fettpartiklar och fettångor inte sker omedelbart måste ozonet ges tillräcklig tid med frånluften innan denna lämnar ventilationssystemet.

I den delen av imkanalen där oxidationen ännu inte är tillräckligt långt framskriden finns risk för att fett avsätts på kanalväggarna. Flera tillverkare anger en minsta reaktionstid på 2 sekunder, medan 3 sekunder rekommenderas för att uppnå en högre reduktion av fett och lukt.

Som exempel ger en kanal med tvärsnittsdimensionerna 200 × 400 mm och ett luftflöde på 400 l/s en lufthastighet på cirka 5 m/s. Vid en rekommenderad reaktionstid på 3 sekunder motsvarar detta en erforderlig kanalsträcka på cirka 15 meter från ozoninjektionspunkten. Under denna sträcka är oxidationen ännu inte fullständig, vilket innebär att fettpartiklar fortfarande kan avsättas på kanalväggarna och bilda fettbeläggningar.

Om luftflödet i samma kanal i stället är 200 l/s blir lufthastigheten 2,5 m/s, vilket innebär att motsvarande reaktionssträcka minskar till cirka 7,5 meter.

Ozon är en starkt reaktiv gas, vilket innebär att särskilda säkerhetsåtgärder krävs vid service och vid driftstörningar. Ozon kan även påverka material i ventilationssystemet. Därför bör kanaler, komponenter och tätningar som exponeras för ozon vara tillverkade av material med dokumenterad beständighet mot ozon för att minska risken för materialnedbrytning och korrosion.

Provningar

År 2019 genomfördes projektet **Utveckling av mätmetodik och provning av fettreducerings-system i storköksventilation** med syftet att utveckla en standardiserad metod för att utvärdera effektiviteten hos olika fettreduceringssystem. Detta för att öka möjligheten till en kostnads-effektiv värmeåtervinning.

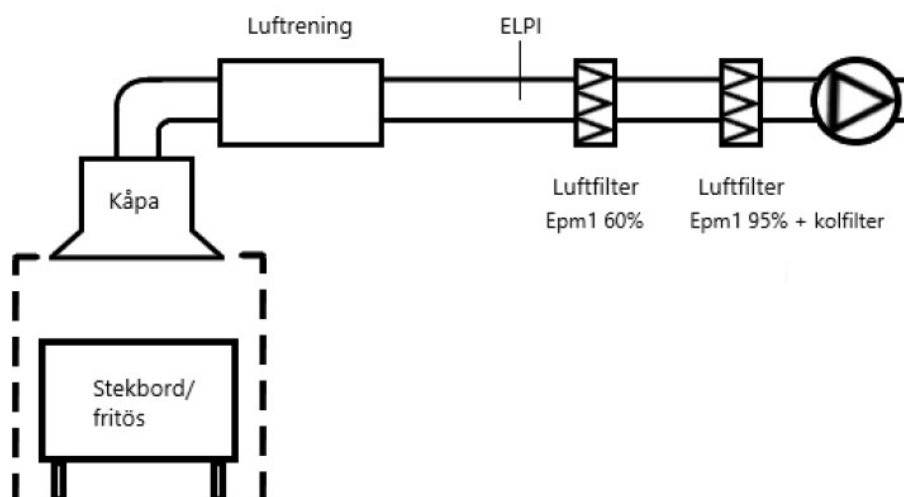
Projektet genomfördes i samarbete mellan BELOK (Energimyndighetens nätverk för energieffektiva lokaler) och BeLivs (Energimyndighetens nätverk för energieffektiva livsmedelslokaler). Själva provningarna och metodutvecklingen utfördes av RISE Research Institutes of Sweden.

Mätmetoden går ut på att genom vägning av ett förfilter, $E_{PM1} 60\%$, bestämma "Fettreducerings-effektiviteten E_{ff} ". Som referens kördes ett test helt utan luftrening i en timme.

Fettreduceringseffektiviteten beräknades sedan enligt:

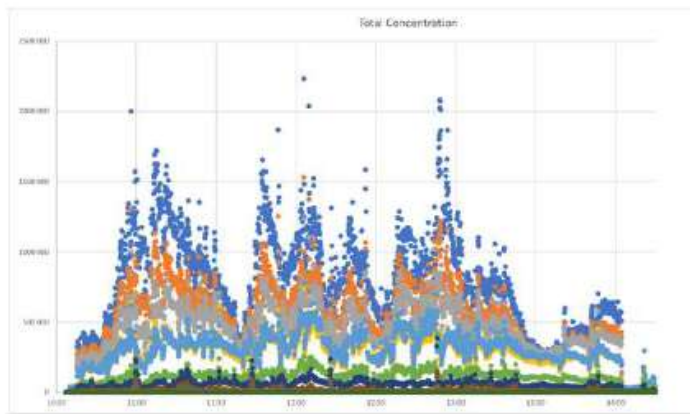
$$E_{ff} = 100 \times (1 - \text{viktökning med reningsteknik} / \text{viktökning utan reningsteknik}) [\%]$$

Princip testrigg



Generering av fett vid provning utfördes med en aerosolgenerator som i huvudsak skapar partiklar i storleksordningen under 10 µm. Detta då de större partiklarna till största delen normalt fångas upp av de mekaniska filtren.

Partikelmätning med ELPI, (Electrical Low Pressure Impactor). Mätaren klarar att mäta i tuffa miljöer och mäter både antal partiklar och massan i intervallet 0,02 – 6 µm.



Partikelmätare och exempel på mätning av partikelkoncentration

Resultat:

Tabell 1 Fettreduceringseffektivitet filter E_{ff} .

Filtertechnik	Minskad massbelastning på luftfilter av typen E_{PM1} 60%
Endast mekaniska filter	≈ 0 %
Med ozon	≈ 4 %
Med UV	≈ 13 %
Med ozon och UV	≈ 7 %

OBSERVERA! Stor mätosäkerhet! Uppskattningsvis ± 3 %-enheter.

$$Eff = 100 \times (1 - \text{viktökning med reningsteknik} / \text{viktökning utan reningsteknik}) [\%]$$

Resultatet är att ingen av de studerade teknikerna tycks ge någon markant minskning av massan som ansamlas i testfiltret.

När det gäller ozonsystemen blev den totala viktökningen för de båda luftfiltren nära samma som vikten av de genererade fettpartiklarna. Detta indikerar att i princip allt genererat fett passerar imkanalen som partiklar för att sedan fastna i luftfiltren, vilket innebär att en mycket liten del av fettets fastnar i kanalen vilket i så fall kan resultera i ett minskat rengöringsbehov.

Omvänt kan man dock inte utan att väga imkanalen säga att UV-system inte håller imkanalen ren från fett. Detta då UV-tekniken delvis skulle kunna omvandla fett till gasform, vilket då inte fastnar vare sig i imkanalen eller i luftfiltren. Även om minskningen av massbelastningen enligt ovan är låg så ger UV-systemet ändå störst mätbar förändring.

Resultaten från provningarna visade ingen signifikant minskning av den fettmassa som samlades i testfiltret. Den framtagna provningsmetodiken bedömdes därför inte vara lämplig som branschstandard.

Studien visade inte heller att UV- eller ozonbehandling gav någon tydlig förbättring av filterlivslängden eller förutsättningarna för kostnadseffektiv värmeåtervinning med ett filter i klassen ePM1 60 %. Resultaten gäller dock endast de förhållanden som rådde i provriggen och den använda filtertypen.

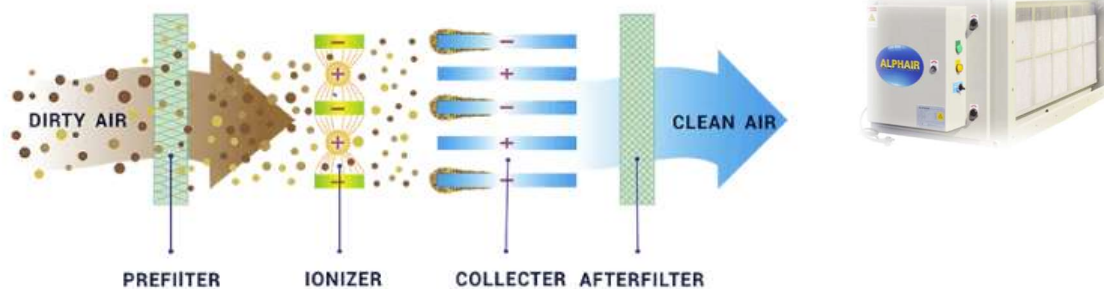
Provningsen indikerade samtidigt att ozon påverkar fettpartiklarnas egenskaper och storleksfördelning, vilket kan påverka hur de transporteras och avskiljs i ventilationssystemet. Under andra driftförhållanden, exempelvis med längre reaktionstid eller andra filterklasser, kan resultaten därför bli annorlunda.

Studien pekar på att ytterligare forskning behövs för att klargöra hur UV- och ozonbehandling påverkar fettpartiklar, kanalbeläggningar och luftfilter samt vilka systemlösningar som är mest effektiva för att minska behovet av frekventa filterbyten.

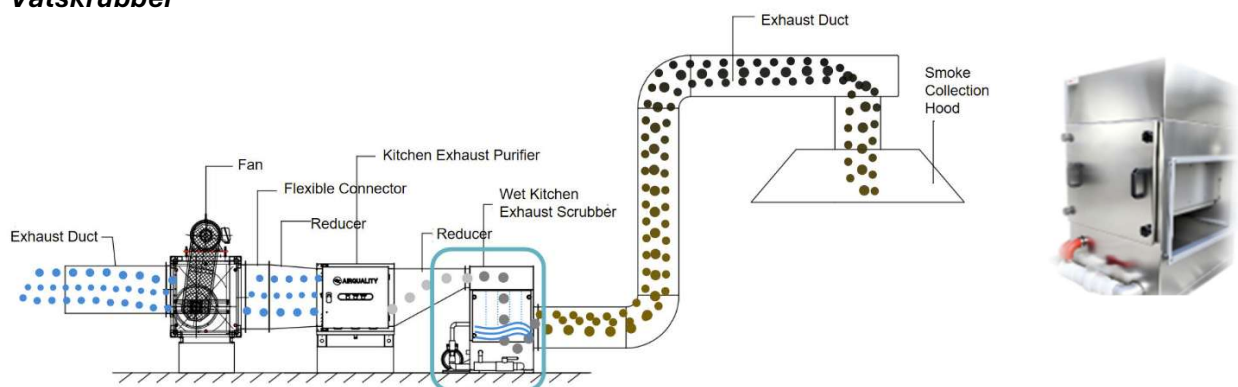
Elektrostatiska filter, ESP

Mindre vanligt är användning av elektrostatiska filter, ESP (*Electrostatic Precipitator*) och våtskrubber. I takt med installation av kolgrillar har dessa introducerats på den svenska marknaden i varierande grad. Våtskrubber är främst till för större partiklar och används ofta som "förbehandling" innan ESP systemet då systemet är mycket känsligt för försmutsning.

ESP



Våtskrubber



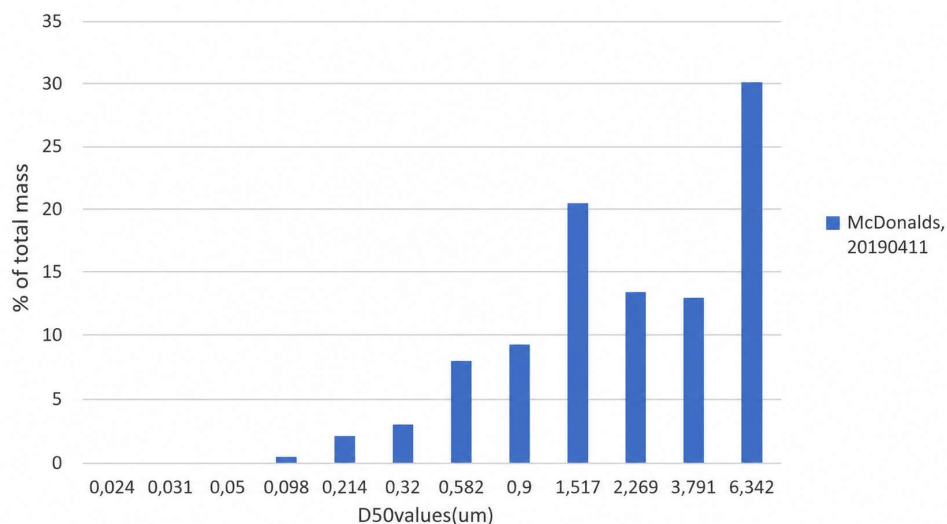
Luften i storköksmiljö.

Partikelfraktionering i luft från matlagning i storkök varierar kraftigt. Generellt kan man dock säga att mindre partiklar dominerar till antalet, men har mindre betydelse för tillväxttakten av fett i

imkanalen. De större partiklarna är betydligt färre till antalet men utgör det största bidraget i toltmassan och är därmed de partiklar som även bidrar mest till fettmängden i kanalen.

När de gäller partiklar i storlekar av 0,02 – 6 μ m så kan fördelningen se ut enligt diagram. Mätningen är utförd på en McDonalds restaurang i kanalen efter fettfiltrena.

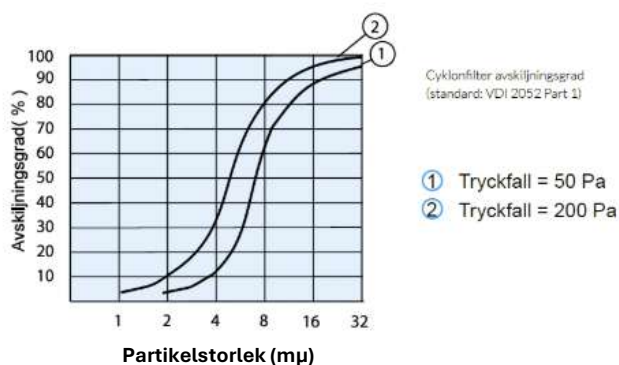
Källa: BELOK, RISE *Utveckling av mätmetodik och provning av fettreducerings-system i storköksventilation*



När det gäller de större partiklarna, 7 μ m och större, avskiljs de i hög grad av de mekaniska filtren som sitter i kåpan. Även om de ultrafina partiklarna, mindre än 0,1 μ m, är till antalet överlägset flest bidrar de mycket lite till den totala massan.

Cyklonfilter

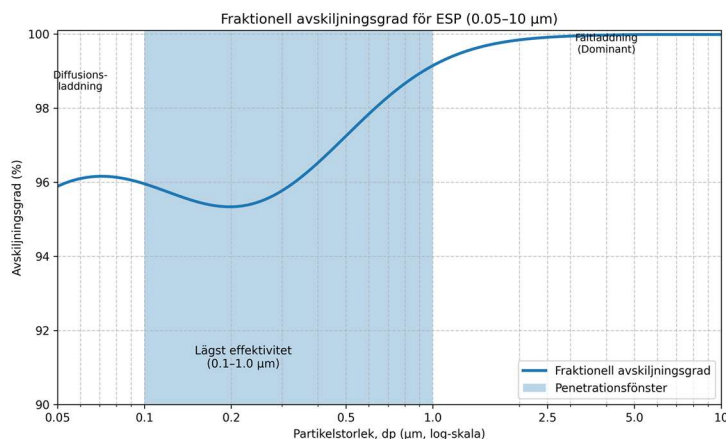
JCE cyklonfilter - Avskiljningsgrad



Cyklon filter har i sammanhanget bra effektivitet på partiklar över 7 μ m vid hög lufthastighet.

När det gäller passiva mekaniska filter så spelar lufthastigheten en mycket stor roll då avskiljningsmekanismen till stora delar utgörs av tröghetsverkan, dvs partiklarna förmår inte, på grund av dess högre massa, att följa med luftströmmen utan "krockar" och fastnar på i detta fall filterytorna.

När det gäller effektivitet avseende partikelavskiljning för ESP så beror det som vanligt på dimensioneringen men ett väldimensionerat system kan ha en avskiljningsgrad enligt diagrammet nedan. Kurvan är teoretisk och visar på principen gällande avskiljning vid olika partikelstorlekar mer än den faktiska avskiljningseffektiviteten. Detta förutsätter även att systemet är helt rent. Det finns väldigt dåligt med underlag på detta men flertalet leverantörer marknadsför dessa system med väldigt höga värden.



Teoretisk fraktionell avskiljningsgrad för torrt elektrofilter (ESP) som funktion av partikelstorlek. Kurvan illustrerar penetrationsfönstret baserat på kombinerad fält- och diffusionsladdning enligt beräkningsmodeller i US EPA Air Pollution Control Cost Manual, Section 6, Chapter 3 (2002).

I storköksmiljö är luften ofta kraftigt förorenad av partiklar som ofta är klabbiga och i vissa fall flytande, de kan oxidera med tiden och bildar i sammanhanget ”hårda” beläggningar. När systemet blir försmutsat försämras avskiljningen avsevärt, detta kräver regelbunden och noggrann rengöring. Det finns Wet ESP där systemet har ett inbyggt självrengöringssystem som skall motverka detta.

Hur det fungerar i praktiken i miljöer så som kolgrillar mm finns det dåligt underlag på men framtiden får visa då det blir allt vanligare med ESP på just kolgrillar.

Roterande separationsplåtar

System med roterande separationsplåtar ingår i gruppen mekaniska filter, eller en mer korrekt benämning, aktiva mekaniska fettavskiljare. Till skillnad från traditionella labyrinthfilter och passiva cyklonfilter bygger båda systemen på motordrivna rotorerna som använder centrifugalkraft för att avskilja fettpartiklar och aerosoler ur frånluften.

Eftersom centrifugalkraften genereras av en elektriskt driven rotor blir avskiljningsförmågan i princip oberoende av ventilationssystemets luftflöde. Detta innebär att systemen bibehåller en hög avskiljningsgrad även vid variabla luftflöden (VAV), där konventionella mekaniska filter normalt tappar effektivitet.

Det finns idag två tillverkare av sådana lösningar, Jeven och CLER.

Jeven TurboSwing använder en roterande perforerad separationsskiva. När frånluften passerar genom skivan utsätts fettpartiklarna för centrifugalkraft och kastas radiellt ut mot filterhusets väggar där de slås samman, samlas upp och leds bort från luftströmmen. Konstruktionen är relativt kompakt och bygger på en begränsad mängd aktiv separationsyta.

CLER Pro 1200 använder i stället en rotor uppbyggd av ett stort antal koniska lameller, ca 200, som tillsammans bildar en rotorstack. Luften passerar genom smala spalter mellan lamellerna samtidigt som hela rotorpaketet roterar. Denna konstruktion ger en mycket stor sammanlagd separationsyta, samtidigt som avståndet mellan luftströmmen och en avskiljande yta blir mycket kort. Fettpartiklarna drivs kontinuerligt ut mot lamellernas ytor där de avskiljs och leds via ett självdränerande system ned till en uppsamlingsbehållare. Systemet är i hög grad självrengörande. Då enheten är "separat" så påverkas inte åtkomsten till- och rengöringen av kåporna där fettansamlingen blir som störst.

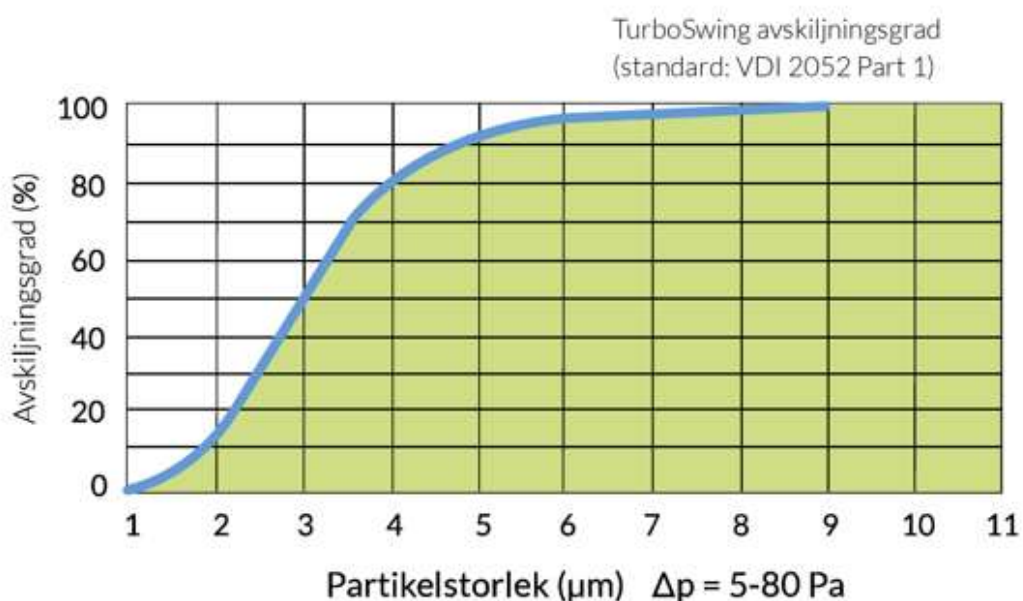
Skillnader En tydlig konstruktionsskillnad är rotorns arbetshastighet. TurboSwing arbetar med rotationshastigheter på cirka 1100 rpm medan CLER Pro 1200 arbetar med cirka 6600 rpm. Den högre rotationshastigheten innebär att betydligt större centrifugalkrafter kan utvecklas i CLER:s rotor. Enligt tillverkaren uppgår den maximala lokala centrifugalkraften till cirka 5 000 G. Detta betyder att en partikel på 1 gram får en vikt motsvarande 5 Kg. CLER Pro 1200 använder en rotorstack som består av flera konformade plattor vilket betyder att separationsytan är mycket stor.

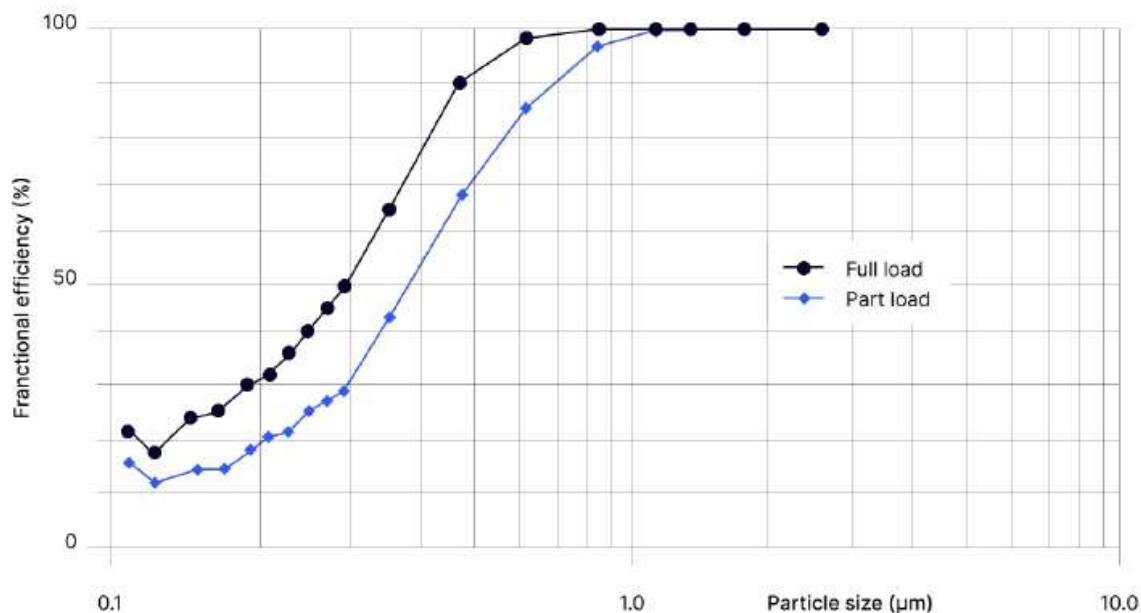
Med 5000 G, och den i sammanhanget mycket stora absoluta separationsytan på rotorstacken i beaktande, blir den effektiva separationsytan ca 25000 m².

Verifiering Även den tekniska verifieringen skiljer systemen åt. Jeven redovisar sin prestanda enligt den tyska provningsstandarden VDI 2052 medan CLER har låtit prova produkten enligt ISO 16890 hos RISE.

I CLER:s provning redovisas en avskiljningsgrad på 69 % för ePM1 och 79 % för ePM2,5 vid full last, samtidigt som den fraktionella avskiljningsgraden ökar snabbt med partikelstorleken. För partiklar större än 1 µm anger CLER dessutom en avskiljningsgrad över 99,4 % vid nominellt luftflöde.

TurboSwing® avskiljningsgrad





I Rapporten FETTREDCERINGSYSTEM I STORKÖKSVENTILATION: *UTVECKLING* av MÄT-METODIK kan man dra slutsatsen att Ozon och UV-ljus inte bidrar till lägre kostnader vad gäller filterbyte. En slutsats huruvida en sådan installation kan reducera behovet av rengöring går det emellertid att göra då provningen visar på det. Detta kräver dock ett väldimensionerat och väl underhållet system. Undantag gäller för den del i vilket oxidationen inte har hunnit bli fullständig. Tyvärr finns det ett antal feldimensionerade anläggningar. Många system tas även ur drift av brukaren för att spara pengar på servicekostnaderna. Mot bakgrund av detta finns ett antal system med mindre bra funktion.

När det gäller Cler system så har referensinstallationer visat på besparingar upp mot 90% när det gäller rengöring och filterbyten. En bonus man får är även att kvaliteten på det uppsamlade fett är så pass god att den går att återvinna och därmed generera en intäkt.

När det gäller service så sitter motor och rotorstack monterat med 4 bultar. Efter demontering placeras allt i ett speciellt rengöringskärl, ett rengöringsprogram körs och allt är rent och klart efter ca 15 minuters körning. Ett system placerat i vad man normalt klassificerar som starkt smutsig miljö, McDonalds, har behovet av rengöring ännu inte uppstått efter drygt 1 år, men en bedömning är att det bör utföras i samband med sotningen när det gäller grillen och en gång per år för övriga kåpor.

Även om tekniken är mer än 20 år gammal så är applikationen ny och det återstår att fortsätta utvärdera den. Det finns i nuläget ca 16 system monterade i olika miljöer och nya är på gång.

En begränsning är luftflödet. Det maximala luftflödet i dagslägen är 360 l/s och enhet. Vid provningen uppmättes en ljudnivå på 69 dB(A) 1 meter från enheten. Detta måste beaktas vid installationen.

När det gäller klass enligt Imkanal.se så finns det en brandteknisk bedömning utförd av Brandkonsulten AB. Baserat på provningsresultat från RISE skriver de i sin rapport följande.

Slutsats

Testet som utförts av RISE verifierar en hög avskiljande förmåga i likhet med den rening som avses i BBR och BFS 2024:7 samt Imkanal 2022.

Cler Pro 1200 med montering enligt ovanstående uppfyller kraven enligt Boverkets byggregler BBR avsnitt 5:5332, BFS 2024:7 kap 7, 23-24 § och **imkanal 2B enligt Imkanal 2022**.



Motor med rotorstack

Referensobjekt McDonalds Gotland



Bild på montage



Enhet där motor och rotorstack
är demonterad för rengöring