

Fettavskiljning och värmeåtervinning i storköksventilation.

Utarbetad av
Josep Termens, CIT Energy Management AB

Göteborg, augusti 2016



Beställargruppen lokaler, Belok, är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Sveriges största fastighetsägare med inriktning på kommersiella lokaler. Belok initierades 2001 av Energimyndigheten och gruppen har sedan drivit olika utvecklingsprojekt med inriktning mot energieffektivitet i lokalbyggnader.

CIT Energy Management är ett konsultföretag som arbetar med energieffektivisering och innemiljö i olika typer av fastigheter. De har fått i uppdrag av Energimyndigheten att leverera förstudier och utredningar inom verksamhetsområdet lokalfastigheter. Förstudierna och utredningarna genomförs internt eller av extern part och undersöker vilka områden inom energieffektiva lokaler som är intressanta att utveckla och vilka fördjupade utredningar och analyser som kan behövas. Syftet är att de ska generera förslag till projekt inom energieffektiva lokalbyggnader.

Alla rapporter kommer att göras tillgängliga via Beloks hemsida www.belok.se.

Innehåll

1.	INLEDNING	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Syfte och mål	3
1.3	Genomförande	3
2.	STORKÖK	4
2.1	Typer av storkök	4
2.3	Storköks ventilationssystem	5
3	ALTERNATIV FÖR FETTRENGÖRING AV FRÅNLUFT	6
3.1	Fettrengöringssystem	6
3.2	Mekaniska fettfilter	8
3.3	Ozon	10
3.4	UV-ljus	12
3.5	Bakterier	13
4	ALTERNATIV FÖR VÄRMEÅTERVINNING	15
5	ERFARENHETER OCH SYNPUNKTER FRÅN BRUKARE	16
5.1	Offentliga förvaltningar	16
5.2	Restauranger	17
5.3	Brandskyddskontroll och sotare	18
6	SLUTSATSER OCH NÄSTA STEG	19
	BILAGA A: Lista över kontaktade leverantörer, brukare och andra	22
	BILAGA B: Referenser	23

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

De flesta av lokalfastighetsägare som ingår i Belok-nätverket har någon typ av storkök i sina fastigheter, dels i skolor och sjukhus men även i kontor och köpcentrum. Belok har tidigare drivit ett utvecklingsprojekt inom området *Energieffektiva storkök* då det har visat sig att storköken ofta står för en väsentlig del av energianvändningen.

En vanlig energieffektiviseringsåtgärd i fastigheter är värmeåtervinning i ventilationssystemet. Ett vanligt problem i storkök är dock att värmeväxlarna sätts igen p.g.a. fett från matlagningen. Därför behövs ofta någon typ av fettrengöring i frånluften innan värmeåtervinningen. Olika fastighetsägare använder olika system/lösningar för detta och vissa har uttryckt att det är svårt att hitta bra lösningar som fungerar över tid.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna förstudie är att undersöka vilka lösningar för fettavskiljning och/eller värmeåtervinning i storkök som finns på marknaden, hur de fungerar i praktiken och att undersöka eventuellt behov av utveckling på området.

Resultatet ska visa hur de tillgängliga lösningarna påverkas av olika faktorer. Det finns ingen "bäst" eller "sämst" lösning utan lämpliga lösningar till olika förutsättningar.

Målet är att förstudien antingen kan leda till projektförslag för att framrekommendationer eller projektförslag för teknikutveckling eller stöd.

1.3 Genomförande

Rapporten presenterar en sammanställning/marknadsöversikt över vilka lösningar för fettrengöring/avskiljning i storköksventilationssystem som finns, samt en utvärdering av dessa tekniker baserad av fastighetsägarnas praktiska erfarenheter .

Marknadsöversikten har genomförts genom informationsinsamling från branschen och kontakt (telefonintervju eller möte) med sju svenska leverantörer av system.

Utvärdering av praktiska erfarenheter har genomförts genom intervju (telefon eller besök) med brukare av systemen, (fastighetsägare, verksamhetsutövare, driftpersonal, storkökspersonal). Under intervjuerna diskuterades även i vilken utsträckning frånluftsvärme återvinns i nuläge. Totalt har 17 brukare från 12 olika organisationer kontaktats. Ytterligare kontakt och diskussion har pågått med konsulter och andra experter inom området. Lista över alla personer och organisationer som har kontaktats finns i Bilaga A.

Notera att rapportens innehåll och slutsatser baseras på sammanställd information från leverantörer, brukare och andra experter inom området, inte på egna mätningar eller tester av de olika teknikerna.

2. STORKÖK

I kapitlet ges en helhets blick över storkök i lokaler och de aspekterna som är viktiga att ta hänsyn till inför installation av ett fettrengöringssystem, lyfts fram.

2.1 Typer av storkök

I den här förstudien kommer vi att använda begreppet ”storkök” för alla former av professionella kök där det lagas mat yrkesmässigt. Valet av fettrengöring- och värmeåtervinningssystem påverkas av vilken typ av storkök som drivs och hur verksamheten drivs. De viktigaste faktorerna i ett kök att ta hänsyn till är:

- *Storlek*: antal matportioner som serveras dagligen kan variera från mindre än 100 i ett förskolekök till hundratals eller tusentals i ett produktionskök.
- *Inriktning*: vilken typ av mat serveras avgör fetthinnehållet i råvarorna: stora kök i offentliga förvaltningar brukar oftast använda ”nyttigare” och mindre fettrika råvaror (tex. förskolor och sjukhus).
- *Utrustning*: är direkt kopplad till mängden fett som alstras under matlagningen. Exempel: wok, grill, fritös eller stekbord kan alstra mycket fett.
- *Drifttid*: antal timmar per dag där matlagning pågår. Vissa system kräver ett antal timmar utan matlagningens verksamhet. Kökets/matsalens öppettider kan variera från några få timmar om dagen (tex förskola) till 24/7 i en hamburgerrestaurang.
- *Brukare*: om fastighetsägaren bedriver köket i egen regi eller om det är en hyresgäst som gör det kan ha stor betydelse för underhåll av fettrengörings- och ventilationssystemet. Byte av hyresgäst förändrar förutsättningarna.

Det finns olika typer av storkök beroende på inriktning, vem som driver köket, omfattning av matlagningens verksamhet, osv. En möjlig uppdelning kan vara som följer:

- Offentliga förvaltningar (skolor, förskolor, sjukhus, äldreboende, mm). Kan drivas av en offentlig aktör eller upphandlas till ett privat företag. Kategorin kan man i sin tur dela upp i:
 - *Tillagningskök*: maten tillagas och serveras i den egna matsalen. Eventuellt kan köket sända ut mat till en mindre enhet i närheten.
 - *Centralkök* (produktionskök, cateringkök): all mat som tillagas sänds ut till serveringsköks eller mottagningskök.
 - *Mottagningskök*: råvaror såsom kött, fisk och även sås tas emot färdiglagade. I köket kokas ris, potatis och pasta. Eventuell grönsakberedning sker på plats
 - *Serveringskök* (utdelningskök): ingen matlagning sker. Köket tar emot allt varm och kall mat från ett centralkök och lägger fram den till servering.
- Privata restauranger: drivs oftast av privata företag, antingen fastighetsägaren själv eller en verksamhetsutövare (hyresgäst).
 - *Restauranger*: lunch- och/eller middag restauranger
 - *Snabbamatrestauranger*: hamburgerrestaurang, rastplatser, mm.
 - *Hotell och konferensanläggningar*

2.3 Storköks ventilationssystem

Nedan beskrivs de olika komponenterna i kökets ventilationssystem (frånlufts sida).

Imkåpor

Kökskåpan/or placeras ovanför köksutrustningen. Syftet är att fånga frånluften innehållande fukt och fett som genereras under matlagningsprocessen. Kåpan kan innehålla lufttillförsel i form av tilluftsdon eller styrluftspridare, som hindrar förorenad luft att läcka ut under kåpan. I kökskåpan placeras mekaniska fettfilter som avskiljer de stora fettpartiklarna. I vissa fall kan även kemiska/biologiska fettrengöringssystem integreras i strukturen.

Imkanaler

Imkanalen kopplas till de olika kökskåporna och leder bort frånluften från köket till ventilationsaggregatet. Det finns en branschrekommendation för utformning och användning av imkanaler (*IMKANAL.SE, utgåva 2012:2*), som lägger fokus på brandskydd och säkerhetsaspekter. De viktigaste punkterna som finns i branschrekommendationen visas nedan.

Imkanalerna i storkök kan klassificeras enligt följande (förenklade definitioner):

- *Klass 1a: Fettbrandsbeständiga imkanaler för all förekommande typ av matlagning, inklusive ugnar, hällar, grillar, spisar, etc. som drivs genom förbränning av fasta, flytande eller gasformiga bränslen. Material: rostfritt stål.*
- *Klass 1b: Brandgasbeständiga imkanaler för all förekommande typ av matlagning som drivs av el eller gas som invändigt förses med ett släckningssystem. Material: valfritt galvat, svartplåt eller rostfritt stål.*
- *Klass 2a: Brandgasbeständiga imkanaler för storkök där matlagningen i sig leder till små brännbara beläggningar inuti imkanalen, till exempel kök som enbart används för uppvärmning, kokning, och kök som endast används i begränsad omfattning. Material: valfritt galvat, svartplåt eller rostfritt stål.*
- *Klass 2b: Brandgasbeständiga imkanaler för storkök där filtreringssystem till exempel med hjälp av UV-ljus- eller ozonreningsteknik (ej endast fettfilter) effektivt minskar risken för att brännbara avsättningar i kanalsystemet bildas. Material: valfritt galvat, svartplåt eller rostfritt stål. Rostfritt rekommenderas för delar som utsätts för hög ozon-koncentration pga. korrosiv påverkan på kanalmaterial.*

När det gäller värmeåtervinning, rekommendationen anger följande:

- *Imkanaler som betjänar matlagning med fasta eller flyttande bränsle (vedugnar, kolgrillar, mm) får INTE anslutnas till värmeåtervinningsaggregat (krävs en separat rökkanal utan värmeåtervinning).*
- *Imkanaler i klass 1a, 1b, 2a och 2b med el eller gasdriven storköksutrustning får anslutas till värmeåtervinningsaggregat om aggregatrummet utgör en egen brandcell eller står i samma brandcell som storköket.*
- *Vid användning av ozon får det inte finnas risk för luftöverföring.*

Ventilationsaggregat

Storköken brukar oftast ha ett separat ventilationsaggregat som bara betjänar köket eller i vissa fall köket och matsalen. Värmeåtervinningen kan ske med olika typer av värmeväxlare: roterande-, platt- (korsströms eller motströms) eller batterivärmeväxlare. I kapitel 4 beskrivs de olika möjligheterna för värmeåtervinning i detalj.

3 ALTERNATIV FÖR FETTRENGÖRING AV FRÅNLUFT

Det finns flera viktiga uppgifter som ett fettreningsystem i ett storkök ska uppfylla. Först och främst handlar det om att hålla imkanalerna fria från fettbeläggningar som är en brandfara. Sedan är borttagning av lukt en prioriterad aspekt för många fastighetsägare. Värmeåtervinningen är förstås också en betydelsefull anledning till att skaffa ett fettreningsystem, men valet av lösningen måste garantera en minimering av brandrisken och eventuellt luktborttagning.

3.1 Fettreningsystem

Ett komplett fettreningsystem består av olika delar som har kompletterande funktioner. Ett vanligt system består av följande:

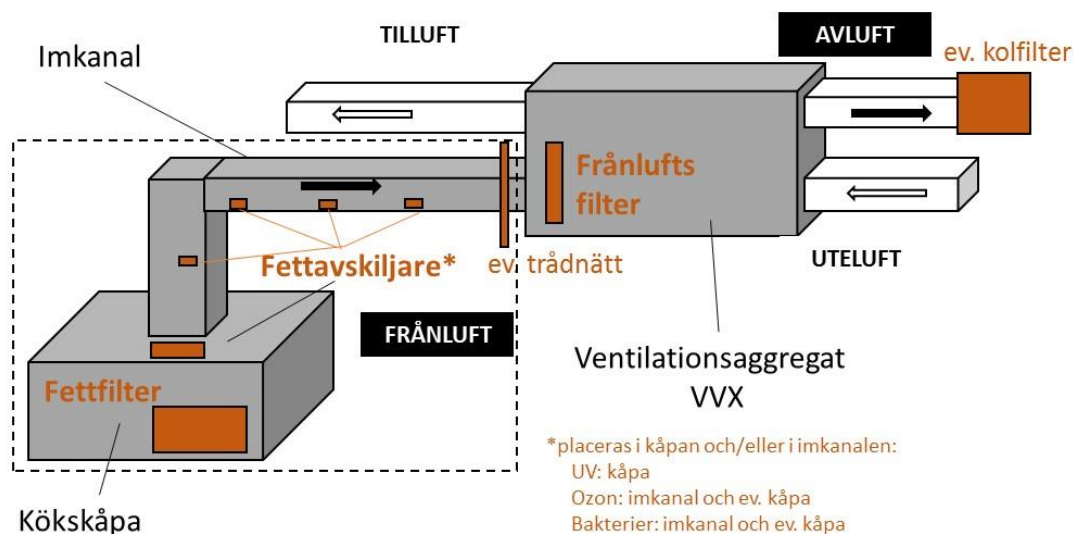
- Mekaniska filter (också kallade ”fettfilter” eller ”förfilter”): finns i kökskåpan och hanterar stora fettpartiklar. Fungerar även som flamskydd vid brand.
- Fettavskiljare: kemiska (UV-ljus, ozon) eller biologiska (bakterier). Finns i kökskåpan och/eller i imkanalen och hanterar mindre fettpartiklar.
- Frånluftsfilter : finns före värmeväxlaren och hanterar damm och gaser.
- Eventuellt kan ett mekaniskt trådnätfilter placeras strax före ventilationsaggregaten för att ge extra skydd mot fettpartiklar och för att få ett jämnt luftflöde.
- Eventuellt kan ett kolfilter, som hanterar gasföroreningar, placeras strax före en roterandevärmeväxlare eller före avlufts gallret för att minska lukt och/eller ozonöverskott om ozon används.

Varje del i systemet orsakar ett tryckfall i ventilationssystemet som måste tas hänsyn till inför installationen.

Viktig är att lyfta upp att mekaniska filter samverkar med kemiska och biologiska avskiljare (när dessa behövs), inte konkurrerar. De stora partiklarna fångas i förfiltret så att de små partiklarna kan hanteras bättre av kemiska eller biologiska avskiljare.

Fettfilter och fettavskiljare kan delas upp i olika typer enligt följande:

- Mekaniska filter (”fettfilter”, ”förfilter”):
 - Styckade filter (”trådnätfilter”, metallfilter”)
 - Cykloner/Labyrintfilter
 - Roterande separationsplåtar
- Fettavskiljning:
 - Kemiskavskiljning:
 - Ozonavskiljare: Luftmatade/ Syrematade
 - UV-ljusavskiljare: UV-ljus med ozon / Ozonfritt UV-ljus
 - Biologisk avskiljning (bakterier):



Figur 1: exempel på ett fettrengöringssystem

För köksutrustning som drivs av fast bränsle (ex. träkolsgillrar) kan en fettavskiljning med vattendimma ("skrubbing") användas. Enligt Imkanalen 2012 får ingen värmeåtervinning ske vid användning av fastbränsle. Eftersom förstudiens fokus ligger på värmeåtervinning har den här lösningen inte utredds vidare.

I Tabellen 1 visas de olika leverantörer av fettrengöringssystem i Sverige som har identifierats i projektet:

	Mekanisk			Kemisk		Biologisk
	Trådnät	Cykloner Labyrint	Separat ionsplåt	Ozon	UV	Bakterier
Bioteria	X					X
Halton		X			X	
Infuser		X		X		
Interzon-Airmaid		X		X		
Jeven	X	X	X		X	
JRR Ozon & Fastig.				X		
Ozontech				X		
Resema	X					
UVtech					X	
Tovenco	X	X			X	

Tabell 1: leverantörer av fettrengöringssystem

För att beskriva de olika lösningarna har vi lagt fokus på följande aspekter:

- *Teknisk grund:* hur lösningen fungerar, varianter, hur beprövad tekniken är, mm.
- *System uppbyggnad:* montering, CAV/VAV, krav, tryckfall, begränsningar, mm
- *Underhåll:* vem kan göra det, hur ofta, tillkomlighet, säkerhet, mm

Jämförelsen mellan olika lösningar med inputs från leverantörer och brukare visas i kapitel 6 Slutsatser. Beskrivning av de olika lösningarna baseras på information som leverantörerna har tillhandahållits samt på litteraturstudie.

3.2 Mekaniska fettfilter

Stickade filter (Trådnätsfilter, metallfilter)

De traditionella fettfilter består av en metallram med fyllning av stickad galvaniserad tråd som avskiljer fett och kondens ur frånluften. De kan oftast maskindiska. Stickade filter ger också en jämn luftström.

Trådnätsfilter placeras in i kåpan (filterhus) och kan vara synliga till kökspersonalen. I vissa fall kan även ett styckat filter placeras i imkanalen strax före ventilationsaggregaten för att ge extra skydd och jämnare luftflöde.



Figur 2: trådnätsfiler. Källa: Acticon

Cykloner/ Labyrint

Ett cyklonfilter är en spiralformad cylinder av rostfritt stål. Flera cykloner bygger en kassett. Flera kassetter sätts i ett filterhus.

Cyklonfilter använder sig av den centrifugalkraft som uppstår när luften snabbt roterar genom filtret. De tyngre partiklarna slår då i filtrets väggar och rinner ner till ett uppsamlingskärl, medan luften lämnar filtret genom dess ovansida.

Hastigheten i frånluften påverkar partikelfiltrering: högre hastighet ger effektivare filtrering (fast ökat tryckfall). Det är därför effektiviteten minskar vid låga flöden (VAV). Vid fullt flöde filtreras samtliga partiklarna större än 7 µm, medan vid halverat flöde kan bara partiklarna större än 9-10 µm filtreras med nära 100% avskiljningsgrad. Filtren verkligen behövs när matlagning pågår, och då brukar kökspersonalen ställa in fläktarna på fullt flöde.

Cyklonerna måste tommas och diskas regelbundet. Frekvensen kan variera mycket beroende på typen av kök, från 1 gång per månad i skolor till flera gånger per vecka i en wokrestaurang. Trådnätsfilter kan användas i kombination med cyklonfilter (strax efter dessa) och kompletteras med kemisk (UV-ljus, ozon) eller biologisk fettavskiljning.

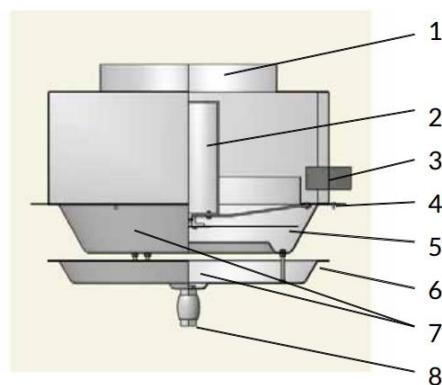
Labyrintfilter bygger på en likadan princip med varierar i utformning: luften passerar genom labyrintskenor där fett kondenserar och rinner ner i en ränna.



Figur 3: cyklonfilter och labyrintfilter. Källa : Acticon respektive Halton

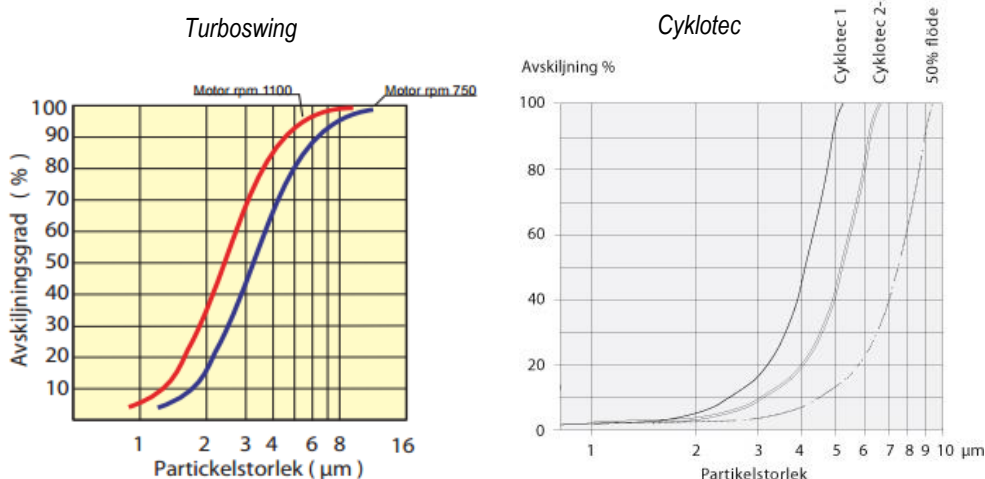
Roterande separationsplåt

Den här är en ganska ny lösning som kommersialiseras av företaget Jeven under namnet ”Turboswing”, för c:a tre år sedan. Filtrering sker som följer: luften passerar genom en snabbt roterande separationsplåt. Fettet kolliderar med separationsplåten och slungas ut till avskiljningskammarens ytterkant. Fettet rinner ner i ett uppsamlingskärl och tömmas ut via en ventil.



Figur 4: roterande separationsplåtar. Källa: Jeven

När det gäller filtreringseffektivitet (avskiljningsgrad), filtrerar systemet nära 100% av alla partiklar större än 7 μm . Den roterandeseparationsplåten filtrerar även en stor del av de mindre partiklarna till skillnad med cyklonerna. Till exempel filtrerar separationsplåten 85% av partiklar över 4 μm och 70% över 3 μm , medan cykloner filtrerar 40% respektive 18%. Effektiviteten av roterande separationsplåten påverkas inte av minskat luftflöde utan har samma avskiljningsgrad inom hela arbetsområdet.



Figur 5 : avskiljningsgrad roterande separationsplåt ("Turboswing") vs cykloner ("Cyclotec"). (Standard VDI 2052). Källa: Jeven respektive Acticon

Rengöring av filterskolden och separationsplattan måste genomföras regelbundet i diskmaskinen. Servicen och underhåll kan genomföras av brukaren själv. Inget serviceavtal krävs. Varje enhet drar c:a 10W vid normal operation (53W vid motor start) och kan hantera upp till 200 l/s med ett tryckfall på max 60 Pa. Systemet kan vid behov kompletteras med kemisk eller bakteriologisk avskiljning.

3.3 Ozon

Teknisk grund

Ozon molekylen har kraftiga reaktiva och oxiderande egenskaper, vilket innebär att den lätt reagerar med andra molekyler och bryter ned dessa. Ozonet kan bryta ned både fettkedjor som finns i frånluften samt fett som lagrats på imkanalens väggar. Ozonolys omvandlar fett till vatten, koldioxid och pulverliknande stoft. Olika VOC¹ och formaldehyder kan produceras vid inkomplett reaktion. Ozon som inte reagerar bryts ner naturligt och syremolekyler återbildas efter en kort tidsperiod (minuter - en timma)

Ozonet lyckas bryta ner fett men också ta bort mest av lukten som matlagningen skapar i ventilationssystemet. Över vissa gränsvärden är ozonet toxiskt för människor. Arbetsmiljöverket (AFS 1015:7) sätter nivågränsvärden på 0,1 ppm (exponering under en arbetsdag/ 8 timmar) och kortidsgränsvärde på 0,3 ppm (exponering under en referensperiod av 15 minuter).

Höga ozonhalter kan korrodera imkanalen och därför rekommenderas rostfritt stål för de delarna där höga halter av ozon kan förekomma. Polymera material såsom gummikomponenter kan också få skador och/eller tappa sin elasticitet och hållfasthet (gummipackningar, fläktvibrationsdämpare, remmar, mm).

System uppbyggnad

Ozonet bildas i en ozongenerator genom en s.k. koronaeffekt, dvs en elektrisk urladdning mellan två laddade kemiska plattor som omvandlar luftens syre till ozon. Reaktionen producerar värme och därför måste ozongeneratoren kylas ned, annars kan elektroderna överhettas och sprickas. Det finns två varianter:

- Luftmatat/kylt ozonaggregat: matas med luft, (en del av tilluftsflöden). Aggregatet sitter bredvid eller i själva kåpan. Decentraliserat system, ett aggregat för varje kökskåpa. Aggregaten kyla ned med tilluftsflöden.
- Syrematat/vätskekylt ozonaggregat: matas med syre som produceras i en separat syregenerator. Aggregatet sitter i ett separat rum och ozonet är slang-distribuerat till olika delar i imkanalen (en enhet kan mata flera imkanaler). Dosering sker via injektionspunkter. Inget tryckfall genereras. Aggregaten kräver ett vätskebaserat kylningssystem.

Imkanalen måste vara dimensionerad med en viss kanallängd så att sannolikheten för kollision mellan ozon och fettpartiklarna innan frånluften når ventilationsaggregatet blir tillräcklig stor. Sannolikheten för kollision ökar med längre uppehållstid (minst 2-3 sekunder rekommenderas).

¹ VOC: Volatile Organic Compounds



Figur 6 : syrematat respektive luftmatat ozonsystem . Källa : Ozontech respektive Interzon

Underhåll

Ozonaggregaten kräver underhåll, minst en gång per år, vilket ska genomföras av systemets leverantör eller någon specialiserad entreprenör.

Servicen innebär bl. a. kontroll och ev. byte av elektroderna, (salter bildas på dessa) och byte av luftfilter i syregeneratorer.

Underhållskostnaden kan variera beroende på omfattning av serviceavtalet.

Säkerhet

För att minimera risken vid användning av ozon kan olika säkerhetsmekanismer installeras:

- Ozonvakter i köket och i rummet där ozongeneratoren sitter.
- Tryckvakt i imkanalen som avbryter dosering av ozon om det inte finns undertryck i imkanalen (ozonet är tyngre än luft och kan komma in i köket).
- Förregling mellan fläkt och ozongeneratoren så att dosering av ozon avbryts om frånluftsfläkten inte är igång.
- Det kan vara bra att placera avlufts huven på taket för att undvika kortslutning med tilluftsintaget.

Vid användning av roterande värmeväxlare finns det risk för luftöverföring (och lukt) till tilluftsidan. Ozon skulle kunna överföras beror på ett antal faktorer (dosering, frånlufts komponenter, reaktionstider och imkanal utformning, mm).

I skrivande stund pågår en samverkan mellan branschorganisationer och myndigheter, den s.k. "ozongruppen" (Folkhälsomyndigheten, Arbetsmiljöverket, Boverket, Plåt och Ventföretagen, Ventilationsförening, mm). Syftet är att ta fram riktlinjer för projektering och hantering av ozonsystem i ventilation, med fokus på arbetsmiljö.

3.4 UV-ljus

Teknisk grund

UV-ljus tekniken för luftrengöring har använts sedan början av 2000-talet. Grunden till tekniken är fotolysen, dvs fettmolekylernas kemiska nedbrytning av foton när fett belysas. Fettet omvandlas till koldioxid, vatten och polymeriserat fett i pulverform. Beroende på UV-ljusets våglängd kan det finnas två varianter:

- *UV-ljus med ozon:* UV-ljus med än viss våglängd bryter också ned syremolekyler och skapar ozon. Då förekommer två parallella processer: fotolys, som bryter ned fettmolekylerna direkt, och ozonolys, som innebär oxidation av fettmolekyler genom ozonet som genereras av lamporna. Mängden ozon som bildas blir dock mindre än den som produceras med en ozongenerator. Rengöringen genomförs första hand av fotolysen. Ozonolysen blir en komplement.
- *Ozonfritt UV-ljus (katalytisk rening aktiverad av UV-ljus):* I detta fall belyses en TiO_2 – filter med UV-ljus. OH- radikaler frigörs och reagerar med olika föroreningar, inklusive fett. Slutprodukt blir CO_2 , H_2O och vitt pulver.

UV-ljus med ozon (fotolys+ozonolys) förekommer oftast (ozonfritt UV-ljus är ganska ovanlig).

System uppbyggnad

UV-ljus lamporna sitter i kökskåpan, direkt efter det mekaniska filtret. Detta innebär att rengöringsprocessen börjar redan innan den förorenade luften når imkanalen.

Lamporna (mellan 4 och 10 stycken) brukar sitta i en kassett i kåpan som kan öppnas för rengöring och underhåll. UV-lamporna får inte vara synliga för personalen när de är i bruk, eftersom UV-ljus kan vara skadlig för ögonen.

För att kunna hantera ett kök med 2 m³/s luftflöde behövs en sammanlagt effekt på UV-lamporna på c:a 0,8 kW-1,2 kW. UV-lampornas elektronik och effektivitet påverkas negativt vid för höga temperaturer i kåpan. Detta kan kompenseras med luftkylning.

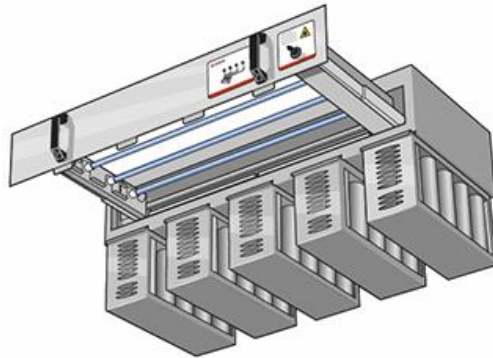


Figur 7: UV-ljus kassett med UV-lampor, samt UV-ljuskassett bakom labyrint filter (demonterat labyrintfilter för att kunna se lamporna). Källa UVtech .

Underhåll

UV-lamporna exponeras direkt till den förorenade luften och efter ett antal drift timmar bildas en beläggning på lampans yta som skuggar UV-ljuset. Därför krävs att lamporna rengörs regelbundet (allmän rekommendation kan vara varannan vecka, med detta beror på fettalstring, drifttimmar, mm). Rengöringen kan göras av kökspersonalen med en trasa och vanlig rengöringsmedel. Ordentlig rengöring av UV-lamporna är avgörande för att ha ett fungerande fettrengöringssystem.

UV-lamporna har en livslängd av 8 000 - 13 000 timmar. Efter det måste lamporna bytas. Detta kan driftpersonalen göra. De flesta system har en larm funktion i kontrollpanelen för att påminna kökspersonalen om byten. Kostnaden på en kassett med UV-lampor kan variera beroende på antal lampor som finns i kassetten. En kassett kostar c:a 3 000 – 15 000.



Figur 8: Öppning av luckan och borttagning av kassetten för rengöring eller byte av UV-lampor. System kombinerat med cykloner. Källa: Acticon.

Säkerhet

Ozon bildas av UV-ljuset. Det är därför ozonrengöringssystem säkerhetsanvisningar gäller även för UV-ljus fettrengöringssystem.

UV-ljus kan vara skadligt för ögonen. Detta betyder att det måste finnas säkerhetssystem som garanterar att ingen kan utsättas till UV direkt strålning. (te. nyckel för att kunna öppna/dra kassetten med UV-lamporna som släcker ljuset direkt).

3.5 Bakterier

Teknisk grund

Bakterier finns det överallt i miljön och bryter ned organiska föreningar. Luftrengöring med bakterier är en relativ ny lösning som började testas år 2003. Det finns bara ett företag i Sverige (Bioteria) som kommersialiserar biologisk luftrening under namnet VENT BioSystem.

De mikrobiella organismerna delas in i fyra riskklasser utifrån ökande farlighetsgrad. De specifika probiotiska bakterierna som används i detta system (bacillus optillus är en av dem) klasseras i grupp ett och anses inte kunna orsaka sjukdomar och ohälsa (samma grupp som yoghurt bakterier).

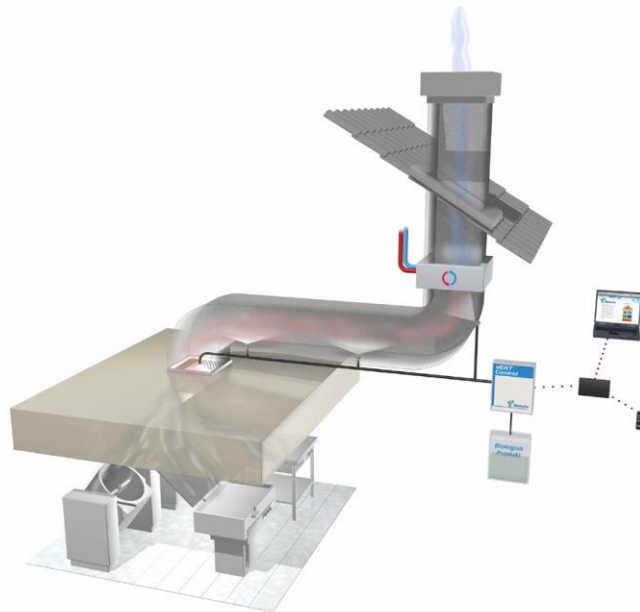
Systemet hanterar inte fett som finns i luften direkt, utan rengör den fettbeläggningen som bildas i imkanalen. Bakterierna behöver mellan 5-10 timmar för att kunna hinna bryta ned fett som samlas i imkanalen. Restprodukten av rengöringen blir koldioxid, vatten och vattenlösliga kolkedjor som rinner ner och samlas i avtappningsställen.

Eftersom bakterierna inte hanterar fett som finns i luften kommer matoset inte försvinna, och kan överföras vid användning av roterande värmeväxlare. Däremot elimineras lukten som uppkommer från fettbeläggningen i imkanalen.

System uppbyggnad

Systemet består av ett styrskåp, doseringspunkter och biologisk produkthållare. Kåpan kan också installeras med inbyggd biologisk rening.

Styrskåpet reglerar ventilationssystemets bioreaktorfunktion. Biologisk produkt och luft leds från produkthållaren till doseringspunkterna. Styrskåpet reglerar tider och volymer för dosering. Doseringspunkterna består av pneumatiska dysor. Luft och bioprodukt dimmas ut genom dysan. Bakterierna tillförs på näten då köket inte används och förökar sig snabbt genom att livnära sig på fett. Nya bakterier måste sprutas in dagligen.



Figur 9: Biologisk luftrengöringssystem. Källa: Bioteria.

Underhåll

Service ska genomföras av leverantören. Underhåll av systemet innebär bl. a. påfyllning av produktbehållaren med bakteriekultur. Kostnaden för service varierar beroende på verksamheten.

Säkerhet

Det finns inga direkta risker vid användning av biologisk luftrening.

4 ALTERNATIV FÖR VÄRMEÅTERVINNING

I detta kapitel kommer inte att beskrivas de olika typerna av värmeväxlarna som finns, utan fokus ligger på respektive verkningsgrad, lämplighet i storköksmiljö, rengöringsmöjligheter och samverkan med fettrengöringssystemen.

När det gäller verkningsgrad är det viktigt att ha i åtanke den europeiska Ecodesign direktivet, som införs i två steg (2016 respektive 2018) och som ställer krav på tillverkarna för att kunna CE-märka sina nya produkter. Kravet för värmeåtervinning blir en torr temperaturverkningsgrad på minst: 67% (2016)/ 73% (2018) för plattvärmväxlare och 63% (2016)/ 68% (2018) för batterivärmväxlare.

Batterivärmväxlare

Traditionella vätskekopplade batterier har inte lika bra verkningsgrad jämförd med andra typer av VVX (ca 50-60%) däremot är en flexibel lösning eftersom återvunnen värmen kan tillföras till ett separat aggregat och garanterar att ingen gas eller lukt kommer att överföras. Detta innebär att andra lokaler än köket kan värmas upp vid behov. Batterierna har en bra rengörbarhet med högttryckstvättning om de blir igensatta. De kan fungera utan problem med alla typer av fettrengöringssystem.

En speciell typ av batteri som har granskats är den s.k. "nålvärmväxlare" som enligt tillverkaren (Retermia) tål fettbeläggning under sex månader utan att tappa verkningsgrad, och är mycket lätt att rengöra med trycktvättning, fast kräver att installera dubbla rör för att uppnå Ecodesign-verkningsgrad, vilket innebär ökat platsbehov, kostnad och tryckfall. Imkanalerna måste ändå rengöras för att minska brandrisken och luktproblem.

Plattvärmväxlare

De klassiska korsströms värmväxlare har lite högre verkningsgrad (ca 60%) än vätskekopplade batterier. De nyaste motströmsbatterier kan t.om. uppnå 80% värmeåtervinning men de bygger på längden, därför kan det vara svårt att få plats i en befintlig byggnad. Konstruktionen kan göra plattvärmväxlare svåra att rengöra om det blir igensättning. Plattvärmväxlarna borde i princip vara täta utan risk för gas- eller luktöverföring, men vissa fastighetsägare har visat sin oro över om detta stämmer alltid.

En ny typ av tvåstegkorsströms plattvärmväxlare byggt i plast/polykarbonat och som kan nå upp till 90% verkningsgrad har börjat kommersialiseras de senaste åren (Voltair/Energy Machines). Den monteras på plats och kan vara en bra lösning för trånga fläktrum.

Roterande värmväxlare

Roterande värmväxlare har en verkningsgrad på upp till 85%. Den kan vara väldigt svårt att rengöra utan att skada rotorn om fettet sätter igen sig i den. Den största nackdelen med den typen är att gas och lukt kan överföras till tilluften. Problemet kan minimeras med svagt undertryck i aggregaten, men man kan inte garantera 100% täthet. Detta är inte så alvarligt om aggregaten hanterar bara köket och matsalen, men kan vara ett stort problem om det handlar om kontor till exempel. Alla kontaktade leverantörer av luftrengöringssystem rekommenderar att helst inte använda denna typ av värmväxlare i köksmiljö. Höga koncentrationer av ozon kan skada gummikomponenter.

5 ERFARENHETER OCH SYNPUNKTER FRÅN BRUKARE

Totalt har 17 personer från 12 fastighetsföretag eller verksamhetsutövare intervjuats. Lista över alla personer och organisationer finns i Bilaga A. De flesta (åtta) organisationer som har kontaktas har restaurangverksamhet (inklusive två hamburgerrestaurangkedjor), medan fyra organisationer ingår i gruppen ”offentliga förvaltningar” (skolor, förskolor, mm). Ett sotare företag och Räddningstjänsten i Göteborg (som samordnar brandskyddskontroll) har också kontaktas.

En lunchrestaurang och en hamburgerrestaurang har besökts (fast tanken med förstudien var inte att utvärdera de olika systemen genom platsbesök, utan att samla erfarenheter från brukare). Dessa hade UV-ljus respektive ozon som luftrengöringssystem.

5.1 Offentliga förvaltningar

De organisationerna som har kontaktas driver storkök i skolor, förskolor, äldreboende och sjukhus (inklusive alla skolor och förskolor i Göteborg och Stockholm). Verksamheterna karakteriseras av matlagning med låga fettmängder. De flesta har ett separat ventilationsaggregat som försörjer köket och ibland matsalen, men inte andra lokaler (förutom vissa gamla anläggningar).

I de nya anläggningar och vid ombyggnation installeras värmeåtervinning. Typ av värmeväxlare varierar beroende på fastighetsegenskaper (tillgänglig utrymme, mm) men roterande värmeväxlare förekommer oftast vid nya anläggningar, i vissa fall även vid användning av ozon.

De kontaktade organisationerna använder sig av ozon, bakterier respektive roterande separationsplåtar (utan vidare avskiljning). De känner sig ganska nöjda med det valda systemet. UV-ljus har använts tidigare av några men väldigt sällan nuförtiden. Åsikterna om de olika luftrengöringssystemen visas nedan:

- Mekaniska förfilter:
 - ”Roterande separationsplåt är mycket lättare för hantering och skötsel jämförd med cykloner, som är tunga och har vassa kanter.”*
 - ”Vi känner att de inte finns behov att använda kemisk/biologisk rengöring efter separationsplåtarna, de klarar rengöringsjobbet själva”*
 - ”Vanliga entreprenörer kan hantera underhåll av roterande separationsplåtar”*
- Ozon:
 - ”Vi använder ozon även i förskolorna men undrar om vi verkligen behöver det med tanke på den låga halter fett som alstras, kanske räcker det med mekaniska filter, vi vill gärna testa det”*
 - ”Vi tror att ozon funkar bra men vi har inte gjort en ordentlig uppföljning, vi vill filma imkanalerna och se hur rena de är”*
 - ”Vi vill installera vätskeylda ozongeneratorer framöver -lätt att komma åt i teknikrummet-, inte luftkyllda, de sitter på tokiga ställen”*
 - ”Ozonet sliter på tätningar, kräver säkerhetssystem och är dyrt”*
- UV-ljus:
 - ”Några få anläggningar kvar. Installerar inte längre nya UV-lampor, de har en service frekvens som vi inte klarar att hantera med personalen som vi har”*
 - ”Vi har testat det tidigare med blev inte nöjda med resultatet”*

- Bakterier:

"Vi är nöjda med tekniken, sedan utförande kan variera"

"Leverantören ansvarar för funktionen, att hela ventilationssystemet fungera, inte bara för att serva bakterieanläggningen"

5.2 Restauranger

De organisationer som har kontaktats äger lokaler där restaurangverksamhet pågår eller driver restaurangerna själva. De äger/driver mer än 300 restauranger i kontorsfastigheter, köpcentrum och högskolor, tematiska restauranger (thai, wok, hamburgare), mm.

De allra flesta har ett separat ventilationsaggregat som försörjer köket och ibland matsalen. Värmeåtervinningen sker i de nya anläggningarna och i vissa fall i de gamla. Det förekommer alla typer av värmeväxlare (roterande, platt, batteri). Det finns sällan riktlinjer när det gäller val av värmeväxlare, typ av imkanal, inte heller val av luftrengöringssystem, utan det är projektören som bestämmer hur olika kök ska utformas. Det finns även okunskap när det gäller vilka system som finns installerade i olika kök.

Undantag är hamburgerrestaurang kedjor, Max och Burger King, som använder platt respektive roterandevärmewäxlare och ozonluftrengöring i de flesta av sina egna anläggningar (restauranger som sitter i köpcentrum eller franchiserestaurangerna kan de inte styra).

De kontaktade organisationerna använder sig mest av ozon och några har börjat testa/installera bakterier och roterande separationsplåtar (utan vidare avskiljning). UV-ljus förekommer sällan. Kolfilter (för att minimera luktproblem) används sällan.

De flesta känner sig inte helt nöjda med de olika system och i vissa fall inte nöjda alls. Bakterier och roterande separationsplåtar är relativt nya lösningar och har inte varit i drift tillräckligt för att kunna utvärderas ordentligt. Flera har hört om roterande separationsplåtar och vill testa systemet.

Vem som tar hand om underhåll samt ser till att sotning genomförs beror på hur hyresavtalet förhandlas (vid uthyrning av lokalen). I de flesta fall är hyresgästen som tar hand om det.

Det är svårt för fastighetsägaren att veta om fettbeläggning i imkanalerna har minskat efter användning av ett luftrengöringssystem. Det är sotarna som rengör imkanalerna och har tillgång till informationen, hyresgästerna vet inte eller är inte intresserad av att veta hur imkanalerna ser ut, och därför når informationen inte upp till fastighetsägaren. Åsikterna om de olika luftrengöringssystemen visas nedan:

- Mekaniska förfilter:

"Vi skulle vilja testa i vilka fall kan vi klara oss med roterande mekaniska filter utan att behöva använda ozon"

"Det är hyresgästen som bestämmer över mekaniska filter, de sitter i kåpan"

"När det finns möjlighet att byta kåpor installerar vi roterande separationsplåtar"

"Viktig att diska filtren varje kväll"

- Ozon:
 - "Vi använder ozon i nya projekt. Nöjda än så länge. Vi har lärt oss att reaktionstiderna är väldigt viktiga"*
 - "Ozon har inte fungerat som vi förväntade oss"*
 - "Vi är lagom nöjda. Det är det enda systemet som har fungerat alls"*
 - "Galvat har frätts sönder av ozonet"*
- UV-ljus
 - "UV-ljus är jobbigt, lamporna måste bytas"*
 - "Vi har haft UV i någon anläggning. Byte av lamporna har varit ett problem"*
 - "UV-ljus har inte fungerat som vi förväntade oss"*
 - "Det är en riktig utmaning att få hyresgästerna att sköta anläggningen."*
- Bakterier:
 - "Det är fortfarande för tidigt för att utvärdera. Blandad erfarenhet, systemet funkar bra, fettinsamling har minskat, men inte så mycket som lovat"*
 - "Vi har övervägt att använda bakterier, men systemet tar inte bort matoset och för oss är det lukt bortagning lika viktig som värmeåtervinning"*
 - "När dunken är tom (av bakterier) bryr hyresgästen sig inte. Det är inte deras grej, de sysslar med matlagning"*

En gemensam faktor som har identifierats är att verksamhetsutövaren spelar en stor roll när det gäller att garantera att luftrengöringssystemet fungerar bra. Systemen måste underhållas för att det blir ett bra resultat. Det finns en stor skillnad om det handlar om enastående restaurangfirmor, som fokuserar "bara" på att laga mat, eller restaurangkedjor som har etablerade och långsiktiga drift- och underhållsrutiner. Omsättning på personalen som jobbar i köket kan också ha en stor betydelse när det gäller korrekt drift och underhåll av fettrengöringssystemet, eftersom systemen kräver en viss kunskap och medvetenhet.

5.3 Brandskyddskontroll och sotare

Sotning i storkök genomförs minst 3 ggr per år, med tätare mellanrum i vissa fall (ex. vissa hamburgerrestauranger 6 ggr/år). Enligt de kontaktade sotare och Räddningstjänsten Storgöteborg, som samordnar sotningsarbete, finns det ingen lösning som garanterar 100% rena imkanaler, men vissa system minskar fettbeläggningen, vilket innebär minskad kostnad (rengöring av en hamburgerrestaurang kan kosta upp till c:a 8000 kr, ett kontrollbesök bara c:a 2 000 kr).

Det är svårt att ge enkla tumregler av vad som funkar eller inte, utan det finns många parametrar som spelar, typ av kök, typ av olja som används, utbildning hos restaurangpersonalen, mm. Det märks brist på underhåll på många ställen. Vissa system fungerar under de första åren men efter det minskar systemets effektivitet kraftigt. En annan aspekt är att systemen har det svårt att hantera hela imkanal längden:

- Med ozon kan det hända att, vid höga fetthalter, en viss längd imkanal efter den första injektionspunkten (närmast kökskåpa) blir inte lika ren som resten av imkanalen (ju längre uppehållstid desto bättre rengöring) .
- Med bakterier kan delarna av imkanalen som ligger långt bort från injektionspunkterna blir inte rena. Långa imkanaler kräver många injektionspunkter.

6 SLUTSATSER OCH NÄSTA STEG

Det är viktigt att inte glömma att fettrengöringssystemets främsta funktion är att minska brandrisken, dvs hålla imkanalerna rena från fettbeläggning. Att underlätta för värmeåtervinning är en plus som kan vara lika viktig för fastighetsägaren som luktborttagning är.

Efter intervjuerna med brukarna finns ingen enig uppfattning av de olika systemen. Det finns inget system som funkar 100%, men, där ordentligt underhåll genomförs, finns det ganska nöjda brukare av alla system. Ozon är systemet som används mest, framförallt i fettrika matlaggningsverksamheter. UV-ljus nämns inte så ofta, och är kanske tekniken som drabbas mest om det blir brist på underhåll (rengöring och byte av lamporna). Roterande separationsplåtar (enskilda eller i kombination med andra system) och bakterier är ganska nya system som expanderas.

Effektivitet av de olika luftrengöringssystem upplevs på olika sätt beroende på vilken typ av matlaggningsverksamhet som drivs. Å ena sida är "offentliga förvaltningar" (skolor, förskolor, mm) ganska nöjda med de systemen som de använder. Detta kan bero på att fettalstring är låg i de där typerna av kök ("nyttig" fettfri mat) och även på att det handlar om stora organisationer som har etablerade rutiner för underhåll.

Å andra sidan är ägarna av fastigheter där privata restauranger finns inte lika nöjda, och i vissa fall missnöjda med effektiviteten av dessa system. Det kan bl.a. bero på att fettalstring är högre : köksutrustning såsom fritöser, wok, grill används och fettrika mat steks. I många fall drivs restaurangen av en hyresgäst som inte tar ansvar för ett korrekt underhåll.

Underhåll är en nyckelpunkt för en lyckad luftrengöring. Alla system, oavsett tekniken, måste servas regelbundet. Hyresgäster som driver enskilda eller få restauranger kan tycka att sköta ett fettrengöringssystem är inte deras jobb, eller har inte kunskap/resurser för att göra det. De fokuserar på att laga mat. Ökad personalomsättning kan göra det ännu värre. Om uppvärmningen ingår i hyran då har hyresgästen inget incitament alls för att underlätta för värmeåtervinning. Å andra sida har restaurangkedjor etablerade drift rutiner som gör att systemen fungerar inte bara de första åren, utan i fortsättningen.

Fokus skulle kunna ligga på att förenkla underhåll så mycket som möjligt så att kökspersonalen inte behöver lägga tid på det, vara tydlig redan i underteckningen av hyresavtalet om hur service av anläggningen ska genomföras, eller om inget annat alternativ finns, att fastighetsägaren tar ansvar för detta.

De flesta fastighetsägare saknar tydliga riktlinjer när det gäller val av luftrengöringssystem, värmeväxlare och även utformning av imkanalen, och det är projektören som bestämmer i många fall. Frågan borde styras mycket mer internt, eftersom anläggningen kommer att behövas underhållas i många år.

Inför installation av ett nytt luftrengöringssystem borde fastighetsägaren ta hänsyn till de olika faktorer som kan påverka (se avsnitt 2.1): köks storlek, inriktning, utrustning, drifttid och brukare.

Vid jämförelse av de olika fettrengöringssystemen är det viktigt att förstå att mekaniska filter samverkar med kemiska och biologiska, inte konkurrerar. Det behövs bra mekaniska filter i kökskåpan för att kemiska och biologiska processer ska fungera.

Bara med låga fetthalter eller användning av köket sporadisk skulle mekaniska filtren kunna ”göra jobbet” utan vidare kemisk eller biologisk fettavskiljning. Flera brukare är intresserade av att testa den möjligheten med roterande separationsplåtar.

I tabellen nedan visas de viktigaste fördelar och nackdelar av de olika system, enligt synpunkter från intervjuade leverantörer och brukare:

	<i>Fördelar</i>	<i>Nackdelar</i>
Roterande separationsplåtar (Mekanisk)	▪ Effektivitet oberoende av variabelt flöde ▪ Filtrering av stora och även en stor del av små fettpartiklar redan i kåpan ▪ Enkelt att hantera (ej tung) och rengöra	▪ Ny teknik, finns ännu inte mycket uppföljningsinformation. ▪ Filtret måste rengöras av kökspersonalen
Bakterier (Biologisk)	▪ Ingen känd risk för hälsa ▪ Självgående drift: inget extrajobb för kökspersonalen.	▪ Tar inte bort matoset (bryter ned fettbeläggning i imkanalen, inte i luften) ▪ Långa kanaler kräver många injektionspunkter
Ozon (Kemisk)	▪ Effektiv luktbortagning ▪ Självgående drift: inget extrajobb för kökspersonalen.	▪ Giftigt: säkerhetssystem krävs (förregling/ tryckgivare/ ozonvakter/). Kan korrodera gummidelar/ ej rostfria imkanaler. ▪ Behöver en uppehållstid på minst 2-3 sekunder: utformning av imkanalen avgörande.
UV (Kemisk)	▪ Bryter ned fettet redan i kåpan ▪ Kombinerar fotolys och ozonolys	▪ Kräver rengöring av UV-lamporna och byte av dessa av kökspersonalen. ▪ Genererar ozon: kräver säkerhetssystem

Tabell 2: jämförelse fettrengöringssystem

När det gäller ekonomi, det är inte alls enkelt att jämföra de totala kostnaderna för systemen. Dessa varierar väldigt mycket beroende på om det är nybyggnation eller eftermontering, leverantör, kökets typ och storlek, mm.

Vid ombyggnation kan olika komponenter behövas byta (till exempel sitter vissa luftreningssystem i kåpan). Valet av luftrengöringssystem kan till och med påverka valet av imkanalens material (rostfritt eller inte). Underhållskostnaderna kan variera beroende på typ av serviceavtal. Det behövs en djupare LCC analys med olika scenarier (typer och storlekar av kök, nybyggnation/ombyggnation, mm) som tar hänsyn till alla faktorer och till de ekonomiska besparingarna (återvunnen värme och minskad sotning) för att kunna göra en lönsamhetsbedömning.

Det finns ett utvecklingsbehov när det gäller underhåll av de olika systemen. Det kan vara tekniska insatser för att förenkla eller automatisera underhåll så att kökspersonalen inte behöver lägga mycket tid på det (till exempel rengöring av UV-lampor) eller någon samverkansmodell mellan fastighetsägare och hyresgäster som säkerställer att luftrengöringssystem kommer att underhållas ordentligt.

Det finns också behov att undersöka vidare effekten av ozonet i de olika materialen som finns i ventilationssystemet (imkanaler som inte är gjorda av rostfritt stål och gummielement) samt att hitta lösningar till detta (till exempel antiozonanter i gummit som ger god beständighet mot gasen eller material som kan ersätta).

Flera fastighetsägare har uttryckt intresse för att testa de (relativt) nya roterande separationsplåtarna. Dessa kombinerar en hög avskiljningsgrad av stora och även småfettpartiklar redan i kåpan och underlättar för vidare kemisk eller biologiskavskiljning eftersom mängden fettpartiklar kvar i imkanalen minskar.

Ett demonstrationsprojekt skulle kunna genomföras genom att följa upp eller mäta under en viss period parametrar såsom status på imkanalen (fettbeläggning), drift och underhållsrutiner, luktreduktion, värmeåtervinnings funktion, mm i olika typer av kök:

- I offentliga förvaltningar (förskolor, skolor, ...), som har matlagning med låga fetthalter, för att se i vilka fall kan det räcka med den här typen av mekaniskt filter utan någon vidare kemisk eller biologisk avskiljning.
- I restaurangerna med höga fettbelastningar kan det vara intressant att testa om separationsplåtarna i kombination med kemisk eller biologisk avskiljning ger förbättrat resultat.

BILAGA A: Lista över kontaktade leverantörer, brukare och andra*Leverantörer*

Acticon	Tommy Kreivi, Johan Veermets
Bioteria	Niklas Axelsson
Halton	Lennart Sandin, Tore Andersson
Interzon	Mikael Eklund
Jeven	Martin Fredrikson, Anders Tingsvik
Ozonetech	Stefan Lindskog
UVtech	Nils Lekeberg
Retermia	Ronny Thoresson

Brukare

Akademiska Hus	Per LöveryD, Ola Svensson
Burger King Scandinavia	Foad Saidali
Jernhusen	Matti Möller
Lokalförvaltningen Göteborgs Stad	Johan Gunnebo, Jörgen Bruce
Max hamburgerrestaurang	Jonny Hansson
Midroc	Rikard Sjöqvist
SISAB-Skolfastigheter i Stockholm	Magnus Härdling
Skandia Fastigheter	Lars Pellmark
Telge Fastigheter	Peter Roth
Vasakronan	Per Ingelsten, Peter Lindström
Västfastigheter	Göran Hedenberg, Jan Sarac
Wallenstam	Lars Almgren, Magnus Bellvik

Övriga

Bengt Dahlgren	Anders Sandh
Plåt & Ventföretagen	Annika Brännmark
IVL-Svenska Miljöinstitutet	Sarka Langer
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut	Marcus Lindahl, Olof Larsson
Brandskyddskontrollen Stor Göteborg	Sonny Larsson
Gösab Sotning AB	

BILAGA B: Referenser

- ”Miljoner att spara på energieffektiva storkök”. Belok, 2015.
- ”Energieffektiva storkök vägledning för vvs-konsult med kravspecifikation”. Belok, 2015
- Sandh, A. Energieffektiva storkök : demonstrationsprojekt Hovåsskolan. Belok, 2015
- Rolfsman, L, Larsson K ”Processystem för värme och kyla i storkök” (Förstudie Belivs),SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2014.
- Larsson, O ”Energiåtervinning av smutsig luft” (Förstudie Belivs),SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2015.
- Freden, A, Lindh, D. ”Restaurangventilation, Frånluftsrening och värmeåtervinning. Examensarbete Chalmers Tekniska Högskola, 2015.
- Ekberg, L., Woollett, J. Ozone Treatment of Extract Air from a Restaurant Kitchen with Heat Recovery. CIT Energy Management AB, Goteborg, 2010
- Imkanal.se utgåva 2012:2 ”Utformnings- och utförande anvisningar för imkanaler”. Branschrekommendation. 2015
- Hygieniska gränsvärden AFS 2015:7. Arbetsmiljöverket 2015
- R1-Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav. Energi- och Miljötekniska Föreningen. 2013.

Artiklar i Media

- Energi & Miljö nr 3 2012. ”Bakterierna får göra skitjobbet”
- Energi & Miljö nr 11-12 2014 ”Många tekniker för rena kanaler”
- Plåt o Vent ”Luftrening med ozon – effektivt men kunskapskrävande”. 2015-03-04
- Plåt o Vent ”Branschen behöver riktlinjer för hantering av ozon!” Publicerad 2015-04-17
- Svensk byggtjänst-Omvärldsbevakning ”Kunskapen om ozon måste förbättras”. 2015-08-28
- Svensk byggtjänst-Omvärldsbevakning ”Ozon kan läcka vid värmeåtervinning”.2015-08-28

Informationsblad och broschyrer från leverantörer

- Acticon www.acticon.se/
- Bioteria <https://bioteria.com/>
- Halton http://www.halton.com/sv_SE/
- Interzon <http://www.interzon.com/sv/>
- Jeven <http://jeven.se/>
- Ozonetech <http://www.ozonetech.com/>
- UVtech <http://www.uvtech.se/>
- IVprodukt <http://www.ivprodukt.se/>
- Fläkt Woods <http://www.flaktwoods.se/>
- Retermia <http://www.retermia.fi/swe/>
- Systemair <https://www.systemair.com/sv/Sverige/>