

Artikelförfattare: **Anders Hedström**

Sysselsättning: **Indoor air quality expert, Camfil AB**

Kontakt: **anders.hedstrom@camfil.com**

Luftkvalitetsmätningar inomhus på Hornsgatan

Hur god är luftkvaliteten i en lägenhet med utsatt läge? I artikeln redovisas mätresultat från en lägenhet på Hornsgatan i Stockholm före respektive efter installation av FTX-system med två olika filtertyper, samt med en luftrenare med Hepafilter. Resultaten visar att god luftkvalitet kan uppnås även vid en hårt trafikerad gata med höga partikelhalter.

Vi människor vistas större delen av vår tid inomhus, speciellt vi som bor i de nordligaste delarna på globen. Den luftförorening som kommer från utomhusluften renas oftast till viss del i våra ventilations-system.

Av alla luftföroreningar som når inomhusluften kommer cirka 75 procent av de minsta partiklarna från vägburen trafik, vilket man ofta inte tror. De allra minsta partiklarna, ofta kallade nanopartiklar, har en stor påverkan på vår hälsa. Nanopartiklarna kommer i huvudsak från förbränning och då främst från fordon [5].

I det här projektet har vi genomfört ett antal mätningar för att undersöka hur inomhusluften i en lägenhet ser ut, partikulärt och luftkvalitetsmässigt, före och efter installation av från- och tilluftsventilation med värmeväxling.

Mätningarna utfördes i en fastighet byggd 1969, belägen mitt på Hornsgatan i Stockholm. Fastigheten, som innehåller ett antal bostadsrätter samt kommersiella lokaler, hade ursprungligen endast mekanisk frånluft men fick i mars 2014 FTX-ventilation. Mätningar gjordes före och efter åtgärden.

Syfte

Genom att genomföra en luftkvalitetsmätning relaterad till partiklar och emissioner inomhus i en lägenhet före och efter installation av från- och tilluftsventilation med värmeväxlare, ett FTX-system, ville vi undersöka eventuella skillnader i kvalitet på inomhusluft. Syftet var även att undersöka om en ventilationsanläggning med från- och tilluft samt värmeväxling kan rena och bortföra inkommande partiklar med konventionell teknik och F7-filter, samt att jämföra avskiljningen vid användningen av en ny typ av kombinationsfilter (kolfilter och partikelfilter).

Metodik

Luftens kvalitet, både utomhus och inomhus, mättes genom att använda portabla partikelräknare, instrument som väger luftens massvikt vid PM_{2,5} i µg/kbm (samma typ av instrument som Stockholms stad använder i sina mätstationer). Mätning gjordes av antalet partiklar mellan 0,3 och 10 µm [2].

Vi genomförde även mätning av PAH (Polycykliska Aromatiska Kolväten), en mätning som utfördes med pumpprov under sex till åtta timmar som sedan skick-

ades för analys på laboratorium. SEM-foto, (Scanning Electron Microscopy) togs också av vårt eget SEM-laboratorium. SEM-fotot ger dels en partikelanalys, dels en analys av vilka grundämnen partiklarna består av [3].

Mätningar gjordes vid tillfällena med liknande nivåer i utomhusluftens kvalitet gällande både PM_{2,5} och 0,3 µm, det vill säga massvikt och antal partiklar, vilket ger mätresultaten en bättre jämförelse före och efter installation av FTX-ventilation.

Lägenhet

Den undersökta lägenheten har fönster mot gården och mot gatan, är 105 kvadratmeter med fyra rum och kök och ligger på andra våningen som är en kritisk höjdnivå. Kritiskt anses vara cirka sju meter ovanför gatunivå, där det mesta större dammet virvlar upp. I en stad kan man ofta se att fasaderna är väldigt smutsiga sju till tio meter upp på fasaden. Vi fick tillgång till lägenheten där det under mätperioden bodde en familj, vilket gjorde att vi fick en icke-laboratorisk miljö att mäta i. Mätförhållandena var alltså identiska med vardagsförhållanden för lägenhetens brukare [4].

Vi mätte luftkvaliteten före installation av till- och frånluftsventilation under

oktober månad 2013. Efter installation av ventilationssystemet i hela huset i mars 2014 gjordes den slutliga luftkvalitetsmätningen.

Alla mätningar gjordes under en dag. Varje mätning började klockan 8.30 och avslutades på kvällen, en total mättid på cirka tio timmar.

Under hela tiden man mäter är det uteluften man har som referens gällande partikelhalt. Uteluften mättes två gånger per dag, detta för att se hur trafikintensiteten påverkar inomhusluftens kvalitet.

Uteluftens kvalitet, med avseende på partikelinnehåll, varierar också stort under vissa väderförhållanden.

I den aktuella lägenheten hade vi en och en halv luftomsättning/timme, samt att FTX-systemet hade motströmsvärmväxlare, vilket säkrar upp annars förekommande genomslag av nanopartiklar i värmväxlaren.

Systemets projekterade luftflöde var 856 l/s och gav vid OVK-besiktningen ett luftflöde på 37 l/s i den aktuella lägenheten. Systemet hade som grund en F7-klassfiltrering, två helmoduler, och de filter som monterades i efterhand var av slaget kombinationsfilter kol-/partikelfilter, en i dagsläget ny filtertyp.

Uteluftsintaget placerades på gården, en meter ovanför innergården mot en norrvägg, vilket utesluter kontaminering från annan avluft samt sänker avgaspartiklarnas antal då gårdar med höga huskroppar runt sig generellt har lägre halter.

I steg 1 utfördes mätningar i oktober 2013, då ingen ventilation fanns, och då hade vi hela tiden uteluften som referens. Vi mätte i lägenhetens fyra rum samt uteluft mot gården och gatan, vid sju meters höjd. De partikelräknare som användes var instrument med partikelområde 0,3–10 µm samt även massvikt µg/kbm. Det togs även PAH-värden för mätning av emissioner i inomhusmiljön.

I nästa steg mättes inomhusluften efter att installation av FTX-anläggningen hade genomförts och OVK blivit godkänd. Vi kunde då konstatera att lägenheten hade flöden som överensstämde med projekte-



FOTO: CAMFIL

Fastigheten där mätningarna utfördes ligger på Hornsgatan i centrala Stockholm.

rat värde, flöden som gav en och en halv luftväxling i lägenheten. Samma mätprocess som i steg 1 genomfördes, men mät-punkterna tilluft och en ny PAH-mätning lades till. Se *diagram 1, 2 och 3*.

OVK-besiktning

Kompletterande åtgärder inomhus: Efter installationen fick vi reda på att hyresgästen hade problem med astma och allergi, så ventilationsluften kompletterades med ett fristående Hepafilter, en mobil luftrenare som tar ner partikelhalten radikalt i rummen. Hepafiltret filtrerar 99,97 procent av partiklar ner till 0,3 µm. Enheten placerades i ett av rummen samma dag som vi mätte ventilationens filterverkan samt luftutbyte. Detta skedde efter att OVK hade genomförts.

Felkällor: Vid mätningar i fält kan det uppstå emissionsproblem och nanopartikelpåverkan i ett hem, med källor som exempelvis stearinljus och matlagning. Den påverkan som vi kunde se var när ytterdörren och en balkongdörr öppnades under våra mätningar. Instrumenten var kalibrerade enligt praxis. Det finns givetvis andra

felkällor under en realtidsmätning, men avsikten med denna undersökning var att undersöka avvikelser samt eventuell nytta med att ha en filtrerad ventilationsanläggning med kontrollerad från- och tilluft på en utsatt plats i en stad.

Vi kunde också se att det genererades partiklar inomhus som det alltid gör, genom att värdena på tilluften och i rummet var olika. Det finns alltid inläckage i fastigheter genom otätheter, öppna fönster och dörrar samt genom direkt generering av partiklar från människor som vistades i rummet under mättagarna, samt emissioner från olika inredningsmaterial.

Slutsats

Luften inne i en lägenhet vid Hornsgatan, utan FTX-system, hade förhöjda värden i förhållande till uteluften. Se *diagram 1* där kurvorna för uteluftvärdena ligger nära varandra vid de olika mättillfällena, vilket visar att det är nästan samma luftkvalitet ute som inne.

Efter installation av FTX-anläggningen sjönk uppmätta värden inomhus radikalt jämfört med uteluften, trots större inflöde av uteluft. Uteluften hade då cirka 22 miljoner partiklar/kbm vid 0,3 µm jämfört med tilluften i lägenheten som hade cirka åtta miljoner partiklar/kbm vid 0,3 µm storlek, vilket är lågt [1].

Med det installerade kol-/partikelfilter blev inomhusluften mycket bra trots höga utomhusvärden.

Om man kompletterar en ventilationsanläggning med en Hepafiltrerad luftrenare i rummen, till exempel om man vill skydda sig mer i förebyggande syfte eller har luftvägsbesvär, får man mycket ren luft, ibland ner till ISO-klass 7–8, både avseende emissioner och partiklar, i enlighet med ISO-standard 14644-1. Vi ser i *diagram 3* (nästa sida) hur vi når ända ner till en miljon par-

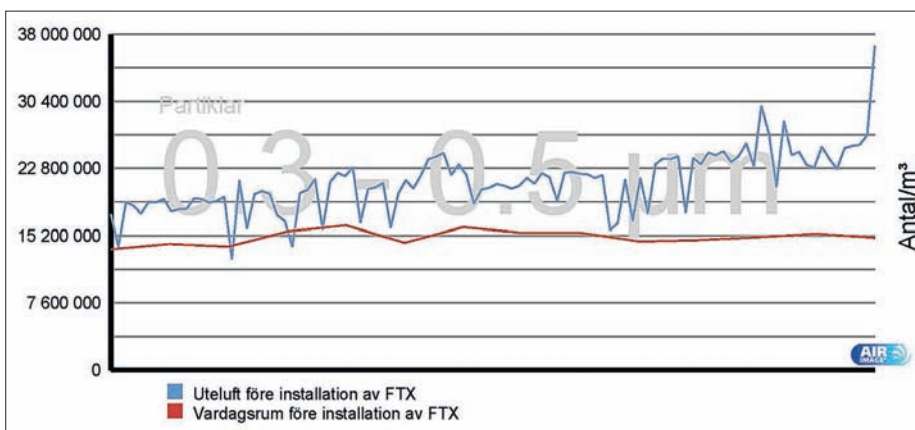


Diagram 1: Uteluft och rumsluft före installation.

tiklar av 0,3 µm per kbm luft, vilket då ska jämföras med uteluften som hade en halt på 22 miljoner samtidigt som tilluftshalten var åtta miljoner. Den Hepafiltrerade inomhusluften var alltså nästan 22 gånger renare än uteluften och åtta gånger renare än tilluften.

Vi i Sverige och Norden baserar våra luftkvalitetsbegrepp på flöden av utomhusluft och då l/s och person. Det betyder att frisk luft inte är detsamma som ren luft.

Alla FTX-anläggningar bygger på flöden mätta i enheten l/s, men hur skulle det vara om vi människor skulle dricka ett glas vatten och inte bry oss om ifall det är avloppsvatten eller dricksvatten vi får i tappvatten, utan endast om det är en liter?

Utluftens kvalitet varierar oerhört under en dag. Uppmätta värden varierade i detta fall från 10 µg/kbm och tolv miljoner av 0,3 µm på utomhusluften till 60 µg/kbm och 80 miljoner av 0,3 µm på samma dag. Vi mätte uteluften flera gånger under mät-dagen.

Den nya installationen tog luften från gården på en meters höjd, vilket minskar partikelhalten rejält redan där. Tidigare togs luften in via springventiler.

Se *diagram 1* (föregående sida), utluft och rumsluft före installation.

Antalet visar relativt låga värden på cirka 20 miljoner/kbm luft av 0,3 µm ute och inne cirka 16 miljoner/kbm luft, vilket är något mindre än uteluften, men alldeles för liten skillnad för att säkerställa en god luftkvalitet inomhus.

Se *diagram 2*. Massvikten av uteluften mätt vid tidpunkten före installation samt efter, PM 2,5 påvisar ett relativt lågt medelvärde på 20 µgr/kbm luft men toppar på 70 µg. Uteluftsreferensen, som har ett högt men normalt partikelvärde för stadsmiljö, påvisar lika värden vid de två olika mät-tillfällena, detta säkerställer utfallet efter installation av FTX-systemet. Med ett vanligt F7-filter kan man få en avskiljningsgrad på som högst 60 procent, vilket gör att en partikelhalt på 20 miljoner 0,3 µm ute ger cirka elva miljoner inomhus, och om man har 40 miljoner 0,3 µm ute får man in 25 miljoner.

Dessa värden är högre än de EU-värden som tillåts. Inomhusvärdet visas i samma diagram (2) och påvisar ett momentanvärde på 18 µg/kbm, vilket kan anses vara relativt högt.

EU:s rekommenderade årsvärden är 25 µg/kbm för partiklar (PM2,5), se *tabell 1*.

Diagram 3 påvisar uteluftsvärden vid mätning före och efter installation av FTX, inomhusvärden före och efter installation av FTX samt luftens renhet efter rening med Hepaluftrenare i ett rum. Rummet var samma rum som vi mätte rumsluften i för vår F7-mätning och under samma dag med så nära samma förutsättningar vid mätningar som möjligt. Ventilationen var igång samt gjorde grovjobbet gällande syre,

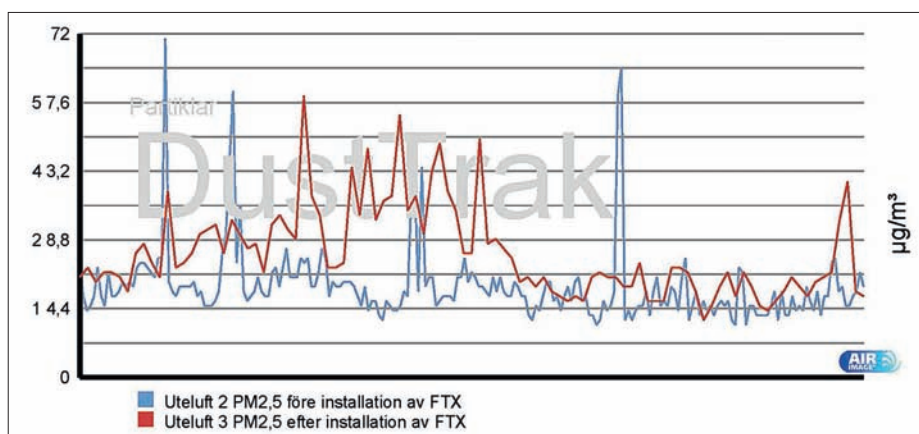


Diagram 2: Massvikten av uteluften mätt före samt efter installation.

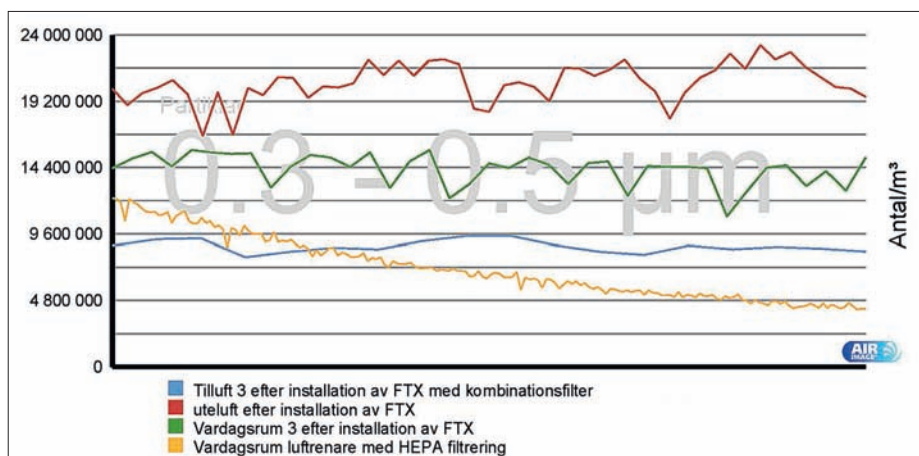


Diagram 3: Uteluftsvärden vid mätning före och efter installation av FTX, inomhusvärden före och efter installation av FTX samt luftens renhet efter rening med HEPA-luftrenare i ett rum.

emissioner och partiklar. Luftkvaliteten i lägenheten varierade väldigt lite eller inte alls mellan rummen.

Den röda linjen visar uteluftsnivå. Den blåa linjen visar tilluftsnivå med kombinationsfilter. Vi ser att avskiljning är minst 64 procent i anläggningen vilket är förvånansvärt bra, men beror på en bra installation av FTX-system och ett bra F7-partikel-/kolfilter.

En bra ventilationsanläggning ska kunna ge det flöde som projekterats, vara tät och rena enligt de filterklasser som projekterats. I detta läge, i en stad, bör man hålla 7 l/s och person samt att hålla minst filterklass F7. Ett kombinationsfilter med kol är att rekommendera, så att även vissa avgaser, lukter med mera tas upp i ett filter.

Vi kan se hur den blåa linjen är stabil i jämförelse med den röda uteluftsnivån som fluktuerar, vilket tyder på att ventilationsfiltret har kapat toppar och skapar ett jämnare värde för inomhusluften.

Den gula linjen visar hur rent man kan få om man har en HEPA-luftrenare inne i ett rum och samtidigt har hjälp av ventilationen. Denna kombination ger då en inomhusluft i en lägenhet vid Hornsgatan som är cirka 82 procent renare än uteluften vid samma tidpunkt, samt 72 procent renare än luften i rummet utan luftrenare. Detta är en kombination som rekommenderas

för rum där känsliga personer vistas eller där man vill ha extra skydd till exempel i ett sovrum.

PAH-mätningar

Utdrag ur testprotokoll; prov nr 172 2014 0510989 samt 17220140510989.

”Prov Vån 2, PAH-provet avviker inte från vad som man kan förvänta sig gällande icke industriella miljöer”. [3]

SEM-foto samt grundämnesanalys

Provet visar att det förekom partiklar i normala nivåer, alltså uppmätta nivåer av partiklar som oftast förekommer i en lägenhet i stadsmiljö, förekommande i nämnd antalordning från fler till färre: mineraler, organiska partiklar, byggnadsmaterial, järnoxider, svavelpartiklar, aluminiumoxider, bly, titan och krom.

HEPA-filtrering [6]

Som en sista åtgärd ställde vi in ett Hepa-filter (rumsluftrenare) i vardagsrummet under sammanlagt 26 minuter innan försöket avbröts. Mätningarna visade hur halten partiklar/emissioner går från 13 miljoner/kbm luft till 3 miljoner/kbm luft, inom loppet av ett fåtal minuter. Detta var för oss ett unikt och bra sätt att komplettera den redan hårt belastade ventilationsanläggningen som i övrigt skötte sig mycket bra.

Tabell 1

MKN (Miljökvalitetsnormer) för partiklar (PM_{2,5}) till skydd för människors hälsa.

Medelvärdestid	Värde	Anmärkning
1 år	25 µg/kbm	Bör eftersträvas till och med den 31 december 2014
1 år	25 µg/kbm	Får ej överskridas från och med 1 januari 2015


Luftrening med Hepafilter kan vara en kompletterande lösning att lägga till en redan väl fungerande ventilationsinstallation i utsatta lägen. Se *diagram 3*.

Är det då ohälsosamt att bo på Hornsgatan? Nej, inte värre än på någon annan plats i Stockholm.

Den inomhusluft som mätningarna påvisade var ren eller till och med mycket ren, trots en svår utomhusmiljö. Genom ett F7-kombinationsfilter partikel/kol samt Hepaluftrenare kan man få mycket ren luft och tillsammans med en bra FTX-anläggning få ett fullgott skydd.

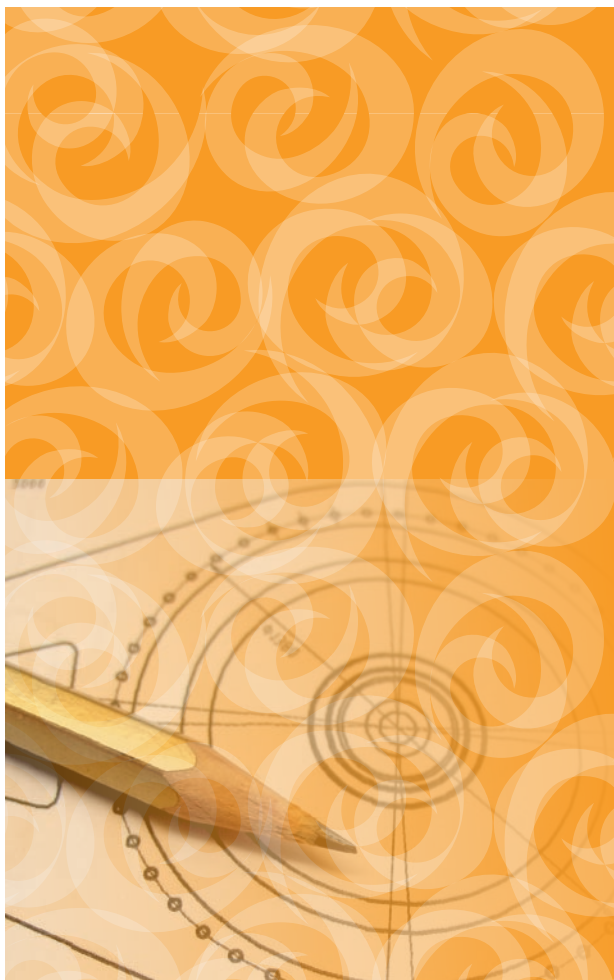
Den anläggning som installerades i denna fastighet tillförde en bra, klimatiserad och ren luft, dels genom syresättningen. Före installation av FTX innehöll inomhusluften cirka 750 ppm CO₂ och efter FTX-installation cirka 480 ppm CO₂ samt mycket lägre partikelhalt. Värdena förbättrades avsevärt i en lägenhet i ett

utsatt läge. Som hyresgäst, med ett eventuellt behov av extra ren inomhusluft, har man även möjlighet att rena luften ytterligare genom att använda Hepaluftrenare i form av en fristående enhet i rummet. Detta kan ses som en generell åtgärd i belastade gatustråk. Mätningarna visade att vid ett utomhusluftvärde på 25 miljoner/kbm 0,3 µm fick vi efter FTX-system med kombinationsfilter F7/kol och Hepaluftrening en halt på en miljon partiklar 0,3µm/kbm i inomhusluften. Ett tydligt resultat: Kombinationen är bra för vår hälsa.

I stort kan man dra slutsatsen att installation av en väl fungerande och tät ventilationsanläggning med bra filtrering som då ska innehålla viss kolfiltrering i klass F7 med minst 50–60 procent avskiljning på partiklar löser många problem i en avgastät stad. Kombinerar man detta även med en Hepaluftrenare får man full kontroll på luftkvaliteten i sitt hem. 


Referenser

- [1] Dimensionerande luftflöde. Metodik för bestämning av dimensionerande luftflöde vid projektering av anläggningar för luftbehandling, Mats Persson (2001), ISBN: 9789173329835
- [2] SS-EN ISO 14644-1 Renhetsteknik – Renrum och tillhörande renhetskontrollerade miljöer – Del 1: Klassificering av luftburna partiklar (ISO 14644-1:1999)
- [3] Indoor Air Quality Handbook, Spengler/McCarthy (2001; Chapter 34: Polycyclic aromatic hydrocarbons, phthalates and phenols” (Ruthann Rudel)
- [4] Aerosols Measurements, Principles, Techniques and Applications, Kulkarni, Baron and Willeke (2011), ISBN: 978-0-470-38741-2; Chapter 14: Dynamic Mass and surface area In Situ testing
- [5] Ultrafine Particles in Indoor Air. Measurements and modelling, Uve Matson (2004), ISBN 9172915226
- [6] Residential air cleaning devices, United States Environmental Protection Agency (2008), EPA 402-F-08-004.



Ditt exjobb kan vara värt 10 000!

EMTF:s stipendier delas ut i klasserna

Artikel baserad på examensarbete 

Artikel baserad på forskningsprojekt 

Övrig teknisk artikel 

Sista ansökningsdag 1 oktober



Mer information www.emtf.se