

Alla läsare är välkomna att skicka ett bidrag till [nyhetsbrevet](#). Länkar att klicka på är [understrukna](#).  
Ansvarig utgivare är SWESIAQ's styrelse. Redaktör är Anders Lundin. Besök vår hemsida [www.swesiaq.se](http://www.swesiaq.se)!

## Nyhetsbrev nr 95

2023-09-05

### Kan luftrenare ta bort gaser och flyktiga ämnen från innemiljön?



Det korta svaret på frågan blir nog: *inte särskilt bra*. En dansk forskargrupp har testat 8 olika luftrenare i prisklasserna ca 9000-50000 kr, alltså inga billiga apparater. Rapporten är fritt tillgänglig: [Removal of volatile organic compounds by mobile air cleaners: Dynamics, limitations, and possible side effects](#). Med mekaniska filter (t.ex. HEPA-filter) är det möjligt att eliminera mer än 99,9 % av de partiklar som passerar filtret (även om många av de testade luftrenarna inte klarade detta). Det är viktigt att luftrenarens luftflöde är minst lika stort som det vanliga luftflödet genom rummet, annars gör den inte särskilt stor nytta.

Fokus för den här studien var rening av gaser/flyktiga ämnen där de åtta luftrenarna använde olika tekniker. Alla utom en renare innehöll filter med aktivt kol som adsorberar många typer av flyktiga ämnen. Sex av renarna använde dessutom kompletterande tekniker för att behandla luften: jonisering, bestrålning med UV-ljus, PCO – fotokatalytisk oxidation, PECO – fotoelektrokemisk oxidation. PCO-tekniken sägs omvandla luftföroeningarna till CO<sub>2</sub> och H<sub>2</sub>O, vilket naturligtvis skulle vara perfekt – om det fungerade.

Luftrenarna testades i ett oanvänt, självdragsventilerat klassrum (100 m<sup>3</sup>) med extrafläkt för omblandning av luften. Man injicerade 9 vanliga inomhusämnen med olika kemiska egenskaper: metanol, acetaldehyd, aceton, ättiksyra, isopren, butanon, toluen, benzaldehyd och limonen i koncentrationer på ca 500–1000 ppb. Samtidigt injicerades ca 2000 ppm CO<sub>2</sub> i rummet. Genom att mäta utvädringen av CO<sub>2</sub> fick man ett mått på rummets luftomsättning, som ju också bidrar till att sänka de olika ämnens koncentrationer. Koncentrationen av de olika ämnena mättes med direktvisande instrument (PTR-TOF-MS) före och direkt efter luftrenaren.

#### Resultat

Effektiviteten skilde sig kraftigt mellan olika luftrenare och mellan olika ämnen. Normalt anges ett s.k. CADR-värde (Clean Air Delivery Rate), alltså hur stort luftflöde med ren luft som luftrenaren kan leverera (se även nyhetsbrev [nr 62](#) och [nr 92](#)). CADR-värdet anges ofta utgående från partikelreningens graden som i princip alltid är klart bättre än gasreningens graden. Ofta används toluen som en slags standard om för hur luftrenaren renar flyktiga ämnen. Men toluen är ett ämne som lätt adsorberas på kolfilter och inte på något sätt representativt för luftrenarens reningens grad för alla flyktiga ämnen.

Här några av resultaten:

- CADR-värdena var oftast lägre eller mycket lägre än vad som angivits för de olika luftrenarna.
- Reningens graden för de flyktiga ämnena skilde sig kraftigt mellan olika luftrenare och mellan olika ämnen. Två av luftrenarna eliminerade i början närmare 100 % av några ämnen men efter 1-2 timmar sjönk reningens graden. Övriga luftrenare hade högst 60 % reningens grad (kraftigt ämnesberoende). Den dyraste luftrenaren lyckades inte eliminera mer än 4 % av något ämne!
- För alla ämnen sjönk reningens graden med tiden, vilket tolkades som att filtren blev mättade.
- Från de 6 luftrenare som inte enbart innehöll aktivkolfilter, utan även UV-lampor, uppmättes ämnen som inte fanns tidigare. UV-lamporna orsakar kemiska reaktioner/oxidationer så att ämnena omvandlades till bl.a. formaldehyd och metakrolein.

I ett särskilt försök vädrades rummet ordentligt med uteluft och emissionerna mättes från luftrenare som nyss använts. Det visade sig att de ämnen, som tidigare adsorberats, nu lossnade från filtren, särskilt när rumstemperaturen höjdes i slutet av försöket. Hur mycket som återemitterades berodde på luftrenare och ämne. Aktivkolfilter eliminerar alltså inte luftföroeningarna permanent. Filtren omhändertar tillfälligt en del av ämnena - men de lossnar senare

från filtren. Hur lätt de lossnar beror på ämne och rummets tidigare luftföroreningshistoria.

### Sammanfattning

Luftrenare kan vara ett effektivt sätt att minska koncentrationen av *partiklar* som man inte kan bli av med på annat sätt. Men den danska rapporten visar att när det gäller *gaser och flyktiga ämnen*, blir det svårt att räta ut den inledande bildens frågetecken. Först måste flera frågor besvaras:

- Vilken typ av luftrenare har du?
- Vilka luftföroreningar finns inomhus idag?
- Vilka luftföroreningar har funnits när du har använt luftrenaren tidigare?
- Hur länge har luftrenaren varit igång?

För att räta ut frågetecknet ordentligt bör du nog hyra ett *PTR-TOF-MS*-instrument med tillhörande forskare under några veckor. Då borde du få en bra bedömning av hur luftrenaren fungerar med de luftföroreningar som brukar finnas i just din hem-/arbetsmiljö.

Men bildens ? kan i alla fall rätas ut något:

! Många flyktiga ämnen är kvar, nästan oförändrade

! Med en UV-lampa i luftrenaren kan du räkna med att nya irriterande ämnen har bildats.

## SWESIAQ debatt

### Byggnader med förstärkt självdrag och markvärmväxlare

1989 fick vi på dåvarande Klimat Teknologi AB en förfrågan från en Waldorfskola i Kungälv om att projektera deras nya skola utan mekanisk ventilation. Jag tog hjälp av Håkan Gillbro, en kollega på VVS-konultfirman SWETC AB.



Det blev ett lyckat resultat med bra inomhusklimat, nöjda brukare och ca halverad energianvändning i förhållande till dåtidens kommunala skolor med FTX-ventilation. Skolan fick många studiebesök på grund av ventilationslösningen och vi fick därefter en mängd uppdrag att projektera liknande skolor runt omkring i landet och i Norge. Vi döpte dem till *”Moderna självdragskolor”* för att skilja dem från äldre traditionella självdragsbyggnader.

För att de termiska drivkrafterna skall fungera i samband med självdragsventilation så bör tilluften tas in under byggnaden och frånluften från de olika lokalerna släppas ut på samma nivå ovan tak. Därmed var det även lämpligt att förse byggnaden med en markvärmväxlare där tilluften värms av markvärme vintertid och kyls av markkyla varma sommardagar. Vi hade även ett arbetsnamn för denna typ av ventila-

tionssystem *”Vind- och termikdrivet variabelflödes-system med passiv värme och kyla ur marklager”*.

Inomhusklimatforskning hade lärt oss att ett bra och hälsosamt inomhusklimat kännetecknas av en rumstemperatur kring 20°C och en relativ fuktighet vintertid mellan 30–40%\*. Vi visste också att *”överventilation”* vintertid med vattenfattig uteluft liksom förhöjd rumstemperatur sänker den viktiga relativa fuktigheten i lokalerna. Förhöjd rumstemperatur reducerar dessutom arbetsprestation och studieresultat. Därför gäller det att vintertid hålla tillufttemperaturen så låg att det räcker med en reducerad mängd tilluft för att hålla 20°C i ett fullsatt klassrum.

Det visade sig snart att det inte behövdes någon extra tillsatt värme för att värma tilluften. Det räckte med den värme man fick från marken när tilluften passerar genom markvärmväxlaren. Markvärmväxlaren är i form av en oisolerad ventilationskulvert under byggnaden där tilluften tas in via ett luftintag utanför byggnaden.

Eftersom luftomsättningen i ett klassrum i en självdragsventilerad skola är beroende av de termiska drivkrafterna och av vindens aktuella kraft och riktning får man utforma systemet därefter. I en skola varierar också personbelastningen i klassrummen

#### \*Relativa fuktigheten inomhus.

Det som skiljer vårt synsätt på inomhusklimatet från många andra inom VVS-branschen är vår strävan att hålla uppe den relativa fuktigheten mellan 30–35% vintertid. Efter januari 1994 då Arbetsmiljöverket kom ut med föreskriften AFS 1993:1 har luftflödet i Sveriges arbetslokaler i samband med installation av nya ventilationssystem så gott som fördubblats mot vad de var tidigare. Detta har inneburit en ohälsosam låg relativ fuktighet mellan 10–20% stora delar av vinterhalvåret. En del av den låga luftfuktigheten beror på att det höga luftflödet medför att tillufttemperaturen inte kan hållas tillräcklig låg för att kyla bort det värmestillskott som kommer från människor, datorer mm. Därmed hamnar rumstemperaturen ofta runt 23–24°C i skolor och kontor vintertid, vilket sänker den relativa fuktigheten med ca 6–8% utöver den sänkning *”överventilationen”* medför.

Varmt och torrt inomhusklimatet vintertid påverkar inte bara välbefinnandet och prestationsförmågan utan bidrar också till hög sjukfrånvaro.

Forskning har visat att influensa- och vinterkräksjukavirus sprider sig effektivt i lokaler med låg relativ fuktighet. Även viruset som sprider COVID 19 trivs och angriper människorna vid låg relativ fuktighet.

Sjukfrånvaro och *”vabbande”* av sjuka barn orsakar dessutom kostnader för företagen och påverkar arbets- och studieresultat negativt.

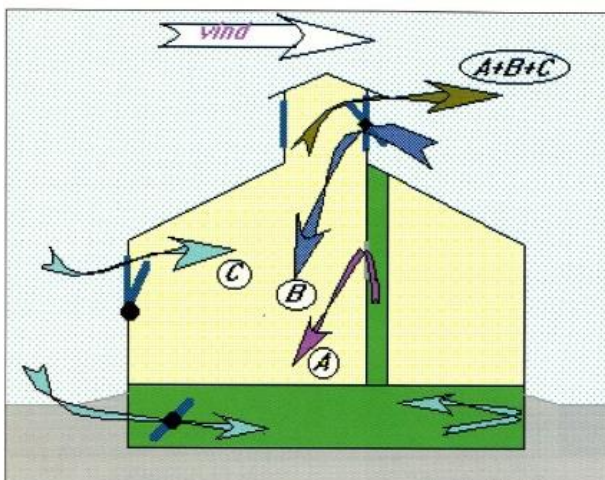
stort. Ibland är klassrummet befolkat av en person, halvklass eller full klass som avger värme, fukt och koldioxid mm och ibland är klassrummet tomt.

Enda sättet att klara dessa variationer och förhållandevis svåra ventilationsförutsättningar var att varje klassrum ventileras efter behov var för sig med rumstemperaturen som ledvärde, antingen manuellt eller med ett datoriserat styr- och övervakningssystem. Med andra ord en tidig variant av VAV-system.

Ett lågflödesinjusterat radiatorsystem med maxbegränsade termostatventiler värmer skollokalerna och maxbegränsningen var vid den tiden satt att hålla rumstemperaturen på 19°C vid lektionsstart på morgonen.

I Waldorfskolorna och i de första kommunala skolorna styrs ventilationen manuellt genom att läraren i varje enskilt klassrum reglerar öppningsgraden i högt placerade lanterninfönster och sommartid även fasadfönster. I övriga "Moderna Självdragsskolor" som vi projekterade styrs luftomsättningen automatiskt genom styrning av öppningsgraden i rätt lanterninfönster beroende på vindriktning. För att utnyttja kylan i marken effektivt sommartid, utrustades flertalet av skolorna med en varvtalstyrd axialfläkt i markvärmeväxlaren som startas varma sommardagar. På detta sätt uppstod begreppet "fläktförstärkt självdrag".

Denna varvtalstyrda fläkt styrs efter behov av styrsystemet för att hålla en komfortabel rumstemperatur i lokalerna även sommartid. Därmed har denna typ av skolbyggnader en mycket billig och effektiv komfortkylanläggning vilket uppskattas mycket av elever och lärare varma sommardagar.



Figur 1. Ventilationsfall i samverkan. A = Luftomsättning via grund, B = Lanterninvädring ("Enhålsprincipen"), C = Fasadvädring.

Eftersom vi som projekterade klimatsystemet visste att luftomsättningen skulle bli relativt låg vintertid så var vi noga med att informera om detta, och att arkitekten därmed invändigt bara skulle använda lågemitterande material och färger. De här självdragsskolorna fick också i flera fall benämningen ekologiska byggnader på grund av sitt material- och färgval samt naturlig ventilation.

För att noggrant utvärdera inomhusklimatet i de första "Moderna självdragsskolorna" så utrustade vi klassrummen med rumstemperaturgivare, fuktgivare och koldioxidgivare som loggades var tionde minut det första driftåret. Det visade sig att vintertid höll sig rumstemperaturen kring 20°C oavsett personalbelastning, den relativa fuktigheten låg mellan 30–35%. Koldioxidhalten varierade med antalet personer i klassrummet och med utomhustemperaturen.

Ju lägre utomhustemperatur desto kallare tillufttemperatur och därmed bättre kylverkan vilket medför att luftflödet reduceras automatiskt vilket avspeglas i högre koldioxidhalt.

Vi kallar denna speciella driftstrategi för "Behov- och årstidsanpassad ventilation" och är den driftstrategi som vi även använder i traditionella mekaniskt ventilerade byggnader.

Loggningarna i de "Moderna Självdragsskolorna" visade på det inomhusklimat som vi eftersträvade, både i de manuellt styrda systemen och där luftomsättningen styrdes av det datoriserade styrsystemet.

Skolorna uppvisade ett fantastiskt inomhusklimat såväl vinter som sommar med jämna rumstemperaturer kring 20°C och relativ fuktighet mellan 30–35% RH vintertid. Koldioxidhalten toppade korta tider under lektionstimmen kalla vinterdagar upp mot 1500–1600 ppm vilket indikerar ett luftflöde kring 4 l/s per person.

Detta var före 1994 och Arbetsmiljöverket hade inte kommit ut med sin föreskrift om att koldioxiden inte varaktigt bör överstiga 1000 ppm. Det var vad jag kommer ihåg inga diskussioner om de relativt höga koldioxidhalterna i samband med de första "Moderna självdragsskolorna".

Självdragsskolorna fick många intresserade personer på studiebesök och det skrevs tidningsartiklar om hur nöjda elever och lärare var med inomhusklimatet samt med det tysta ventilationssystemet i dessa skolor, vars antal ökade snabbt på olika platser i landet.

Detta fick ventilationsbranschen att börja agera. De gick ut med varningar för denna typ av ventilationsystem och fick bland annat in artiklar i lokalpressen på ett par ställen i landet om "Cyniska experiment med barn". Föreningen Ventilation-Klimat-Miljö som på den tiden (90-talet) företrädde ventilationsföretagen ordnade seminarier runt om i landet med syftet att stoppa denna typ av byggnadsintegrerade klimatsystem som endast behövde ett fåtal av de produkter de marknadsförde.

Det anordnades dessutom snabbt ett projekt som Bygghörsningsrådet bekostade och där Marie Hult på White Arkitekter AB var projektledare. I detta projekt utfördes mätningar och enkätundersökningar

på ett flertal självdragsskolor i Sverige, äldre liksom nybyggda. Resultatet redovisades senare i en BFR-rapport ”Skolor med ventilation som använder självdrag” som kom ut 1997.

När det gäller undersökningarna i de ”Moderna självdragsskolorna”, Fredkullaskolan i Kungälv och Risebergaskolan i Malmö så var resultaten från enkätundersökningarna om inomhusklimat och trivsel de absolut bästa som har förekommit i Sverige, varken förr eller senare. Dessutom var även allergiker mycket nöjda med inomhusklimatet, vilket var extra anmärkningsvärt med tanke på att ”Allergitredningen” som kom ut 1989, förmedlade att allergiker behövde förhöjda luftflöden för att må bra. Enkätundersökningarna visade på 95% respektive 98% nöjda brukare i de två skolorna.

Detta resultat var troligtvis inte vad de som tog initiativet till undersökningen hade förväntat sig, utan Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut anlätades kort därefter att utföra ytterligare en undersökning där huvudsyftet verkade vara att hitta fel och brister i sju utvalda självdragsskolor. Det hittades inget specifikt ventilationsmässigt att anmärka på, förutom att det var högre koldioxidhalter än 1000 ppm ibland.

SP utfördes också enkätundersökningar i de sju självdragsskolorna som ingick i undersökningen. Rapporten förmedlar att de ”står sig väl när det gäller upplevd inomhusmiljö och hälsa, trots att luftväxlingen är lägre och CO<sub>2</sub>-halten är högre än i skolor med FTX-ventilation”.

Men något måste SP ge sina beställare så man beslutade sig för att varna för markvärmväxlaren under byggnaden. Man skrev i sin utvärderingsrapport att på grund av den höga relativa fuktigheten vissa tider på året så finns det risk för mögeltillväxt på de markförlagda kulvertväggarna under byggnaden.



Markvärmväxlare i en Modern självdragsskola i form av en oisolerad kulvert under byggnaden. Vid sin passage genom kulverten värms tilluften av värme från marken vintertid och kyls av kylan i marken sommartid innan tilluften fortsätter upp och ventilerar lokalerna i byggnaden.

Denna mening och orden ”risk för att” i SP:s rapport gjorde att ett rykte spreds om att det växte i självdragsskolornas markkulvert och det stoppade många beställare som hade varit intresserade av att bygga denna typ av klimatsystem i sina byggnader. Så syftet med rapporten uppnåddes.

Nu när de flesta ”Moderna självdragsskolor” har upp mot 30 års drifterfarenheter så kan det konstateras att denna risk är obefintlig om man sköter dammsugningen av kulverten på rätt sätt.

Den stora efterfrågan på denna typ av ventilationsystem upphörde i och med Arbetsmiljöverkets föreskrift om lägsta luftflöde på 7 l/s/person + 0,35 l/s/m<sup>2</sup> och med SP:s BFR-rapport.

Vi har under åren som gått vidareutvecklat denna ventilationsprincip och projekterar numera detta klimatsystem i byggnader som mer liknar vanliga byggnader. Byggnader som har fått utmärkelse för bra och hälsosamt inomhusklimat och uppseendeväckande låga driftkostnader.

[Torkel Andersson](#), ByDemand

*Är det så här vi bör ventilera skolorna (och andra lokaler) i framtiden? Vad tycker du?*

## På gång inom inomhusmiljöområdet

### 15 september

*Sista dagen söka SWESIAQs studentstipendium.*  
Läs mer [här](#).

### 20 september på distans eller i Bern, Schweiz First WHO/Europe Indoor Air Conference

*Kostnadsfritt!* Läs mer [här](#).

### 24 september

*Skicka in abstract till RoomVent (se nedan)!*

### 10-11 oktober i Stockholm eller på distans Inomhusmiljö – SIFU

*SIFUs inomhusmiljökonferens ger 10 % rabatt för alla SWESIAQs prenumeranter. Ange koden Inomhus10*  
Läs mer och anmäl dig [här](#).

### 22-25 april 2024 i Stockholm

#### RoomVent:

**Internationell konferens om ventilation och inomhusmiljö**

Läs mer [här](#).

Säkert har du funderingar över mycket inom inomhusmiljöområdet. Skriv ned dina tankar! Informera om aktiviteter som är på gång eller intressanta rapporter som du läst eller skrivit! Skriv till [nyhetsbrevet@swesiaq.se](mailto:nyhetsbrevet@swesiaq.se) (samma adress om du vill *avbryta prenumerationen*)