

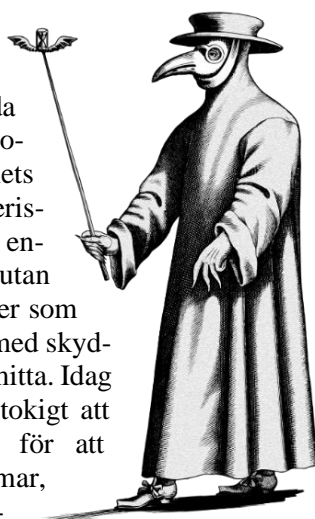
Alla läsare är välkomna att skicka ett bidrag till [nyhetsbrevet](#). Länkar att klicka på är [understrukna](#).
Ansvarig utgivare är SWESIAQ's styrelse. Redaktör är Anders Lundin. Besök vår hemsida www.swesiq.se!

Nyhetsbrev nr 103

2024-09-12

Smittspridning i sjukhusmiljöer – vem smittar, i vilka situationer och hur kan vi förhindra det?

Människan har länge funderat på hur man kan skydda sig mot sjukdomar. Ett historiskt exempel är 1600-talets pestdoktor med sin karakteristiska mask. Den hade inte enbart ett estetiskt värde, utan kunde fyllas med olika örter som antogs rena luften och därmed skydda läkaren mot luftburen smitta. Idag kan vi tycka att det låter tokigt att använda kryddträdgården för att skydda sig mot sjukdomar, men faktum är att pestläkarna var något på spåren; infektionssjukdomar kan smitta via partiklar i luften. Däremot finns det fortfarande oväntade kunskapsluckor gällande luftburen smittspridning och hur man förhindrar det.



Vi vet att respiratoriska infektionssjukdomar, som covid-19, influensa eller förkylningar, kan smitta på olika sätt, t.ex. genom direkt eller indirekt kontakt, samt genom att andas in smittämnen. För att smitta via inandning ska ske behöver virus eller bakterier först avges från en källa, tex via andning, tal eller sång. Virus eller bakterien måste därefter överleva färden genom luften där de utsätts för uttorkning och andra extrema kemiska och fysikaliska förändringar i den omgivande droppen. Slutligen behöver en mottagare andas in tillräckliga mängder virus eller bakterier för att de ska orsaka infektion.

Alla dessa steg består av komplexa processer och det finns frågetecken kring flera av dem. I början av pandemin 2020 var en av de största frågorna i vilken utsträckning covid-19 kan smitta via luft. Jag har som doktorand tillhört en grupp forskare inom aerosolteknologi på Lunds Tekniska Högskola som snabbt ville undersöka hur mycket luftburet virus från covid-

19-patienter som fanns i olika sjukhusmiljöer. Den bakomliggande motivationen var att bidra till bättre riktlinjer för användning av skyddsutrustning för sjukvårdspersonal. När det finns risk att smitta kan ske via inandning får det extra stora konsekvenser just i sjukvården, där risken för smitta via luft ställer stora krav på inomhusmiljön och personalens användning av skyddsutrustning. Det var en av anledningarna till att det i början av pandemin var så kontroversiellt att prata om luftburen smitta.

Vi samlade in över tusen luftprover under två års tid, och med hjälp av biomolekylära metoder kunde vi analysera vi hur mycket covid-19-virus de innehöll. I ungefär 10% av alla luftprover inifrån rum med covid-19-patienter kunde vi detektera virus. I korridorerna, där det vanligtvis inte finns patienter, hittade vi virus i mycket färre prover, i ungefär 2%. Däremot fanns de virus som vi hittade i korridorerna i partiklar av mycket små storlekar. Dessa partiklar kan färdas lång väg i luften då de påverkas mindre av gravitationen. Dessutom detekterade vi virus på sådana ytor i patientrum som patienten troligen inte varit i direkt kontakt med, exempelvis ovanpå garderober och dörrlistor, och drog slutsatsen att det virus vi hittade där måste ha kommit dit via luften.

Därefter ville vi ta reda på vilka faktorer, både i omgivningen och hos själva patienten i de rum där vi mätte, som påverkar risken att hitta virus i luften. Inom sjukvården pratar man ofta om en rad medicinska procedurer, så kallade aerosolgenererande procedurer, som antas skapa en ökad risk för att små, virusinnehållande partiklar från infekterade luftvägar ska spridas till den omgivande luften. Eftersom partiklarna kan utgöra en smittrisk, rekommenderas extra skyddsutrustning för personalen under sådana procedurer. Exempel på aerosolgenererande procedurer är respiratorvård, bronkoskopi och hjärt-lungräddning, men det saknas tydliga definitioner över vilka procedurer som avses.

Intressant nog, kunde vi efter hundratals analyserade luftprover i vår studie inte se några starka samband

mellan de flesta sådana procedurer och högre risk för virus i luften i patientrum. Andra faktorer spelade större roll, såsom avståndet till patienten i rummet och mängden virus patienten hade i kroppen, vilket hänger ihop med vilket stadium av sjukdomsförloppet som patienten befinner sig i. Just vid covid-19 har man generellt mer virus i kroppen tidigt i förloppet, till och med innan man får symptom.

Vi kunde också se att i de patientrum där man på något sätt renade luften, antingen via förhöjd inbyggd ventilation eller via en extrainsatt luftrenare med HEPA-filter, så var det mindre sannolikt att vi hittade luftprov som innehöll virus. I många rum använder man också slussar med lufttryck som motverkar att luft går från patientrummet ut till korridoren. Vi hittade knappt något luftburet virus i sådana slussar, och inte heller i korridoren utanför ett rum med sluss, även om vi hittat virus i luften inne på rummet. Detta tolkar vi som att strategin med slussar och lufttryck som behåller luften i patientrummet fungerar bra som skyddsåtgärd – förbehållet att det används på rätt sätt, t.ex. att undvika att dörrar står öppna längre tider.

Samtidigt som vi tog luftprover från sjukhuskorridorer mätte vi temperatur, luftfuktighet och koldioxidnivåer i dessa. Luftfuktigheten varierade mellan 6% och 67% med en median på 27%. Under vintermånader som februari, kunde median-fuktigheten vara ner mot 10%, medan den under sensommar och tidig höst var upp mot 50%. Koncentrationen av koldioxid motsvarade ungefär utomhus-nivåer (ca 400 ppm) vilket pekar på att korridorer är välventilerade utrymmen. Troligen är detta en anledning till att vi hittar så lite virus där.



Sammantaget har vårt arbete bidragit till bättre förståelse för de faktorer som påverkar spridning av virus till luften i sjukhusmiljöer. Fortfarande finns många spännande frågor att svara på för framtida forskning:

Hur kommer det sig att de nya varianterna av covid verkar vara mer smittsamma? Hur väl överlever olika virustyper i luften och exakt vad är det som påverkar deras överlevnad? Och nyckelfrågan: Hur designar vi inomhusmiljön bäst för att undvika smittrisen?

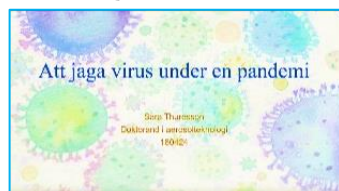
Sara Thuresson, doktor i aerosolteknologi

Referenser

Saras avhandling: [S. Thuresson. When the air went viral: Exploring SARS-CoV-2 in aerosols during the covid-19 pandemic](#)

Saras presentation vid SWESIAQs vårmöte:

Ctrl-klicka på bilden!



Att mäta ventilationens verkningsgrad

Att mäta ventilationens verkningsgrad på rumsnivå är någonting som numera är ganska ovanligt. Efter den stora vågen av deplacerande ventilation på 80-talet, var det kanske inte heller direkt vanligt, men det diskuterades åtminstone mer om verkningsgradens betydelse i jämförelse med idag.



Det finns säkert flera anledningar till detta och jag tror att det främst beror på komplexiteten i mätningarna. Det som oftast nämndes då var luftutbyteseffektivitet. En metod som anses etablerad och vedertagen idag, men som används främst av lab, högskolor, institutioner och liknande. Metoden tillämpas för att mäta effektiviteten av den tillförda tilluften i olika typer av ventilationssystem. Luftutbyteseffektiviteten mäts med spårgas och ställer höga krav på kontroll av luftflöden in och ut ur det aktuella rummet, samt behov av dyr spårgasutrustning.

Det finns dock ett par enklare metoder som gör det enklare att mäta verkningsgraden och som till viss del också ger mer rättvisande och verklighetsbaserade resultat. Grunddefinitionen för ventilationens verkningsgrad i rummen bygger på en jämförelse mellan luftkvaliteten i vistelsezonen och luftkvaliteten utanför vistelsezonen/frånluften. Ju bättre luften är i vistelsezonen jämfört med luften utanför vistelsezonen/frånluften, desto högre blir verkningsgraden. Definitionen av vad som menas med bra luft, behöver inte heller vara helt låst, utan olika typer av mätvariabler kan användas (temp, CO₂, PM, VOC etc).

Ventilationseffektivitet ϵ_{rc}

Definieras som kvoten mellan koncentrationen av en förorening i frånluften och medelkoncentrationen i vistelsezonen (alternativt i en punkt; lokalt ventilationsindex).



$$\epsilon_{rc} = \frac{C_e}{C_m} \cdot 100\%$$

där C_e = jämviktskoncentrationen i frånluften

där C_m = medelkoncentrationen i rummet vid jämvikt

Här kan CO₂ med fördel användas som förorening då den finns naturligt i utandningsluften och då ökar

med ökad personbelastning. Det gör det mycket enkelt att mäta i rum som är i normal drift.

En mätare placeras utanför vistelsezonen, gärna i närheten av frånluftsdonet. En annan mätare placeras i vistelsezonen. Denna mätare får inte placeras direkt i utandningsluften, utan bör placeras på lämplig plats i normal "sitthöjd". Ett system med full omblandning kommer att få index 100%. Enligt [Boverkets byggregler](#) bör index inte understiga 90%, dvs. något sämre än full omblandning. Ett väl fungerande system får ett index mellan 100-130%.

Temperatureffektivitet ϵ_{rt}

Om kyla tillförs via tilluften är temperaturmätningar ett utmärkt sätt att kontrollera effektiviteten. Temperatureffektiviteten definieras som kvoten mellan temperaturökningen i frånluften och medeltemperaturökningen i vistelsezonen (alternativt i en punkt: lokalt temperaturindex).

$$\epsilon_{rt} = \frac{t_f - t_t}{t_m - t_t} 100\%$$

där t_f = frånluftens temperatur
 t_m = rummets medeltemperatur (vid jämvikt)
 t_t = tilluftens temperatur

Temperaturerna skall mätas i en lokal under normal drift vilket ger en verklig verkningsgrad. Här får vi med oss både verkningsgraden för ventilationen och värmeutbytet i samma mätning. Givarna är billiga och enkla att installera och temperaturerna håller sig normalt stabila över tid. En mätare placeras utanför vistelsezonen, gärna i närheten av frånluftsdonet, och en annan mätare i vistelsezonen. Dessutom mäts tilluftstemperaturen. Ett system med full omblandning kommer att få index 100%. Ett väl fungerande system får ett index på mellan 100-150%.

Att tänka på vid mätningar

För att få så tillförlitliga mätningar som möjligt bör man mäta över tid. Minst en dag men gärna flera dagar/vecka för att se variationer över tid och säkerställa att det är rätt verksamhet i lokalen/rummet.

Sammanfattning

Att mäta ger oss en ökad förståelse för hur ventilationen fungerar i ett rum. Vi varken ser eller hör (förhoppningsvis) ventilationen och utan mätning är det svårt att bedöma hur funktionen egentligen är.

Vet vi hur ventilationen fungerar, kan vi också göra åtgärder för att förbättra den. En ökad effektivitet ger oss också möjligheten att spara energi. Energibesparingar på 10-30 % är inte alls omöjliga bara genom att trimma en befintlig anläggning eller tänka rätt vid en nyprojektering.

Petter Lundgren, InventiAir AB

Referens: [Nordtest NT VVS 114](#)



På uppdrag av träbyggnadsindustrin har forskningsinstitutet RISE (Erica Bloom, Gunilla Bok & Mikael Theorin) på 24 sidor gjort en lättläst sammanställning av det aktuella forskningsläget när det gäller fukt- och mögelskador: [RISE rapport 2022:68: Mögel och hälsa i byggnader, en litteratursammanställning för träbyggnadsindustrin.](#)

I inledningen preciseras rapportens frågeställningar:

- Vilka hälsoeffekter finns det belägg för att fukt och mögel kan ge?
- Har det betydelse om en skada är aktivt pågående eller torr?
- Kan skador inuti konstruktionen påverka inomhusmiljön?
- I de fall trähus drabbats och sanerats – hur har det påverkat luftkvaliteten och brukarnas hälsa?

För att svara på de här frågorna har man sökt i databaser efter aktuell forskning. Rapporten innehåller totalt 75 referenser. Man har framförallt fokuserat på träkonstruktioner men rapporten ger ändå en bra allmän överblick – trots att fullständiga svar på alla frågor inte gått att få fram. Redovisningen är indelad i fyra huvudområden som kort refereras nedan.

1. Fukt och mikroorganismer

Det finns tusentals arter av mikroorganismer. De kan växa i de flesta miljöer bara det finns näring, fukt och syre. Och näring finns i princip överallt, bl.a. i form av smuts på från början sterila ytor som betong. Olika arter har olika krav på näring, temperatur (-2 till 55 °C) och pH-värde (pH 2 till pH >10). Mögelsporer är mycket tåliga; de kan tåla långvarig uttorkning, uppvärmning till 70 °C och är motståndskraftiga mot olika kemikalier. Fungicider dödar oftast inte alla arter och gynnar på så sätt de mest motståndskraftiga.

I naturen är mikroorganismerna en helt nödvändig del av ekosystemet genom att bl.a. bryta ner döda organismer och göra näringsämnen tillgängliga igen. Varje ekosystem/biotop har sin egen **normalflora** av mikroorganismer som är anpassad till biotopen. Miljön inne i en byggnad är ingen naturlig biotop:

- Miljön är avgränsad från naturen utanför
- Sammansättningen av material är annorlunda
- Förekomsten av vatten är normalt låg

Vid en fuktskada kommer därför andra typer av mikroorganismer att etablera sig/börja växa än de som lever i den omgivande naturen. Vissa mögelarter är vanliga just vid fuktskador och de kan ha andra egenskaper än t.ex. de arter som finns i skogen. De flesta mår ju bra av att vistas i skogen, trots ibland höga halter av vissa typer av mögelsporer.

Mögelsporer har en storlek mellan 2-40 µm. Men i luften finns samtidigt mycket mindre partiklar som

består av sönderbrutna delar av hyfer från mycelet. Mycelet är det nätverk av hyfer/mögeltrådar som utgör huvuddelen av mögelväxten. Dessa **hyf-fragment**, kan vara 500 gånger fler än mögelsporerna och kan ta sig långt ner i lungorna. Om en fuktskada torkas ut, avges stora mängder hyf-fragment och sporer till omgivningen. Uttorkade fuktskador medför alltså fortfarande en hälsorisk och måste saneras.

2. Hälsoeffekter

Exponering för mögelväxt innebär framförallt att luftvägar, hud eller slemhinnor utsätts/exponeras för hyf-fragment eller mögelsporer. Mögelpartiklarna innehåller olika komponenter som är toxiska: **endotoxiner**, vissa typer av **glukaner**, **mykotoxiner**. Växande mögel (och bakterier) avger dessutom gasformiga/flyktiga ämnen, s.k. MVOC som ibland har en besvärande lukt ("mögellukt"). Men MVOC har inte visats kunna ge några allvarliga toxiska effekter.

Genom **epidemiologiska studier** (man studerar ett stort antal personer i miljöer med resp. utan fukt- och mögelskador) har man sett tydliga samband mellan att vistas i fukt- och mögelskadade miljöer och att utveckla en mängd symtom. Den mest kända studien gjordes av [WHO 2009](#) men flera senare studier har bekräftat och kompletterat bilden. Här är en lista över symptom kopplade till fukt- och mögelskador:

- mental trötthet, koncentrationssvårigheter
- huvudvärk, illamående, yrsel
- irritation i ögon
- irritation i övre luftvägarna, ofta förekommande infektioner
- nästäppa, snuva, bihåleinflammation
- hosta, nysningar, bronkit
- pip i bröstet, andnöd, ont i halsen
- utveckling av och förvärrade av astmatiska symptom, framförallt hos barn
- allergisymptom
- försämring av eksem, hudrodnad, klåda, hudutslag
- störning på grund av otrevliga lukter

Det finns även vissa studier som tyder på andra besvär, t.ex. sömnproblem. Den kanske allvarligaste hälsoeffekten är utvecklande av astma hos framförallt barn och som kan bli ett livslångt handikapp. Man har uppskattat att i Europa skulle 69 000 personer undvika att drabbas av astma och 103 liv skulle räddas årligen om inga byggnader hade fuktskador. Riktig allergi mot mögelsporer/-hyfer är ovanligt. Däremot har de som redan är atopiker lättare att utveckla symptom vid fukt- och mögelskador. Rapporten betonar att det är mycket ovanligt att mögelsvamp *infekterar* människor, dvs. att mögel börjar växa i kroppen. Det inträffar endast vid mycket nedsatt immunförsvar.

3. Mätmetodik

En mängd delvis toxiska ämnen avges vid mögelväxt: sporer, cellfragment, allergener, mykotoxiner, endo-

toxiner, glukaner, MVOC. Dessa går att mäta i luften eller i damm i fuktskadade byggnader. Men hittills har ingen av de epidemiologiska studierna lyckats hitta samband mellan något av dessa ämnen och de olika symtomen. En viktig slutsats är alltså att **hälsoriskerna i fukt- och mögelskadade byggnader inte går att bedöma genom luftmätningar**. Mätningarna kan ändå ibland vara till hjälp för att hitta en fukt- och mögelskada, som kan vara orsak till upplevd ohälsa.

4. Effekter av åtgärder eller sanering

Det finns flera studier som visar att brukarna mått bättre när man sanerat, t.ex. bytt ut fukt- och mögelskadat material. Ibland har dock inte saneringen hjälpt. Det finns två förklaringar till detta. Antingen har saneringen varit otillräcklig: man kanske inte har hittat den viktigaste orsaken till besvären eller inte gjort tillräckligt genomgripande åtgärder. En annan tänkbar orsak är att personer som besvärats av byggnadsrelaterad under längre tid ohälsa utvecklat kroniska besvär. Därför är det viktigt med snabba åtgärder vid fukt- och mögelskador.



När träden fälls och cellerna dör kan de inte längre försvara sig mot mögelsvampars och andra mikroorganismers nedbrytning. Därför måste virket torkas snabbt. Annars får virket områden med torkad mögelväxt som snabbt kan växa till om de fuktas upp.

Mycket återstår...

Rapporten avslutas med en lista på saker som vi fortfarande vet för lite om: Varför mår vi dåligt av fukt- och mögelskador? Finns det några emissioner som vi kan mäta i luften för att visa detta? Hur transporteras emissioner som uppstår inne i byggnadskonstruktionen så att de når innemiljön? ...

Anders Lundin

På gång inom innemiljöområdet

22-23 oktober i Stockholm

SIFU: Innemiljökonferens – Strategier, metoder och mätning för en bättre inomhusmiljö

SWESIAQ-medlemmar får 15 % rabatt! Om du inte redan är SWESIAQ-medlem fyller du i en ansökan om medlemskap samtidigt som du anmäler dig. Ange sedan koden **SWESIAQ15**. Läs mer [här](#).

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