

# Mögelprovtagning – till vilken nytta?

Mätning av mikroorganismer förekommer ofta vid skadestuderingar där man misstänker bakomliggande fuktproblem. Olika metoder har därvid kommit till användning de senaste två decennierna men värdet av dessa mätningar har ofta ifrågasatts. Det senaste halvåret har två vetenskapliga kriteriedokument publicerats i serien "Arbete och Hälsa" som behandlar vad som är känt om förekomst och hälsoeffekter av mögelsporer respektive MVOC (mikrobiologiskt producerade lättflyktiga organiska föreningar).

Många studier pekar på samband mellan vistelse i fuktskadade inomhusmiljöer och ohälsa [1]. Det finns också studier som påvisat objektivt registrerbara effekter på ögon och näsa [2, 3]. Många orsaker till besvären har föreslagits, bland annat kemiska emissioner från fuktiga byggnadsmaterial, nedbrytningsprodukter från limmer eller ämnen av mikrobiologiskt ursprung. I dagsläget vet vi inte vilka enskilda ämnen som betyder mest.

Irritationsbesvär från ögon och luftvägar relateras oftast till fuktskadade inomhusmiljöer men få – om ens några – belägg föreligger för påverkan på immunsystemet om man undantar kvalster och pälsdjur som inomhusmiljöfaktorer. Rädslan att barnen ska utveckla "allergi" mot mögel är dock stor när man upptäckt fuktskador i förskolor och skolor. Kartläggningar från såväl Sverige som Finland talar för att mögel är relativt svaga allergener. Cirka två procent av befolkningen i dessa länder är sensibiliserade, det vill säga har utvecklat antikroppar mot vanliga och frekvent förekommande mögelarter, vilket kan jämföras med att drygt 30 procent utvecklat antikroppar mot pälsdjur, pollen eller kvalster. De som är mögelallergiker är som regel också allergiska mot starkare allergener från exempelvis katt eller gräs.

## Tillväxt kräver fukt

Vi har alltid mikroorganismer omkring oss och tillgången på fukt avgör huruvida tillväxt sker eller ej. Förutom fukt krävs också tillgång till näringsämnen, men mikroorganismerna är inte kräsna och kan därför växa till i de flesta miljöer och vid de flesta temperaturer. När mikroorganismerna stressas, exempelvis vid brist på

näringsämnen eller konkurrens från andra mikroorganismer, kan de ge upphov till mer potenta och giftiga ämnen. Förutom sporobildning sker således en kemisk emission av såväl luktande som icke-luktande ämnen. Det är mot denna bakgrund inte så underligt att man kopplar besvär i fuktskadade miljöer till just mögelförekomst och använder begreppet fukt/mögelskadade miljöer.

Vid utredning av fukt/mögelskadade miljöer har man de senaste 20 åren analyserat tiotusentals "mögelpöror" för att utreda miljön tekniskt, få underlag för lämpliga åtgärder men också för att uttala sig om risk för ohälsa i dessa miljöer. Under 1980-talet genomfördes framför allt spormätningar, och under samma period började man också bestämma vilka mögelarter som förekom genom ett odlingsförfarande. Under 1990-talet tillkom så mätning av MVOC-ämnen.

Denna senare teknik utvecklades under 1970-talet inom livsmedelsindustrin som ett medel för att på ett enkelt sätt upptäcka olämpliga processer vid lagring eller produktion av livsmedel. Den började också användas vid utredning av inneklimatproblem för att upptäcka dold mögelväxt inuti byggnadskonstruktioner utan att behöva göra större ingrepp. Eftersom de aktuella ämnena förekommer i gasform kunde de lättare än sporer pene-

Tabell 1: 15 vanligt analyserade MVOC vid byggnader med fukt/mögelskador.

2-Metyl-1-propanol	2-Okten-1-ol	3-Oktonon
3-Metyl-1-butanol	3-Oktnanol	2-Metylisoborneol
3-Metyl-2-butanol	3-Metylfuran	2-Isopropyl-3-metoxi-pyrazin
2-Pentanol	2-Hexanon	Geosmin
1-Okten-3-ol	2-heptanon	Dimetyldisulfid

trera exempelvis ångbarriärer och nå in i luften. Man började också diskutera möjliga hälsoeffekter, mest i form av irritation från ögon och de övre luftvägarna.

I åtskilliga skadefall har man uttalat sig om möjliga ohälsoeffekter på ett ofta mycket svagt vetenskapligt underlag vilket medfört oro bland berörda, skapat konflikter och gjort att kostsamma åtgärder vidtagits med varierande utfall. Två vetenskapliga kriteriedokument har det senaste halvåret publicerats i serien "Arbete och hälsa" om just MVOC och mögelsporer och summeras kortfattat nedan [4, 5].

Artikelförfattare är överläkare **Kjell Andersson** och fil dr, kemist **Göran Strid**, Arbets- och miljömedicinska kliniken, Universitetssjukhuset Örebro.

## MVOC

Lättflyktiga organiska föreningar uppstår vid mögels och bakteriers metabolism och benämnes MVOC. Produktionen av dessa ämnen är starkt påverkad av vilka arter det gäller, tillväxtfasen, tillgången till och arten av näring, pH-värdet, fukthalten och temperaturen. Av litteraturen framgår att mer än 200 MVOC-ämnen har beskrivits. Ett specifikt MVOC kan dock inte relateras till vissa mikrobarter eftersom samma MVOC kan produceras av olika mikroorganismer. Inga av de 200 MVOC som identifierats anses ha enbart mikrobiellt ursprung eftersom MVOC har andra, ofta mer betydelsefulla källor i miljön, däribland byggnadsmaterial, mänskliga aktiviteter, trafik, livsmedel eller rökning.

I det aktuella kriteriedokumentet genomförs en litteraturgenomgång och sammanfattas fysikaliska och kemiska egenskaper för 96 typiska MVOC. För 15 av de ämnen som oftast analyserats och rapporterats förekomma i byggnader med fukt- och mikrobiella skador samt ibland i

arbetsmiljöer (inom jordbruk och kompostering) ges exponeringsdata och en toxikologisk översikt. Vilka dessa ämnen är framgår närmare av *tabell 1*.

Enskilda MVOC-ämnen har rapporterats förekomma i halter från några ng/m<sup>3</sup> till 1 mg/m<sup>3</sup> i inomhusluften men det anges att tillgängliga data inte medger "att man skulle kunna dra några långtgående slutsatser om MVOC-exponeringen".

Upptag via lungorna är den huvudsakliga exponeringsvägen för MVOC. Typiska MVOC metaboliseras snabbt och utsöndras i urinen och gallan. Generellt ackumuleras inte MVOC i vävnader och organ i någon större utsträckning. Det anges att "i

epidemiologiska studier av byggnader med fukt- och mikrobiella skador har obehaglig lukt, ögon- och övre luftvägsirritation samt ospecifika och till och med astmaliknande symtom satts i samband med MVOC och även många andra mikrobiologiska agens". Det har emellertid inte otvetydigt påvisats något inflammatoriskt svar efter enstaka eller upprepade MVOC-exponeringar i kontrollerade humanstudier. I exponeringsstudier på människa har irritationssymtom uppkommit vid MVOC-nivåer som är flera tiopotenser högre än de man mätt i inomhusmiljöer. Detta stöds också av djurstudier. Slutsatsen blir därför att de kombinationer och koncentrationer av MVOC som hittills rapporterats inte ger upphov till irritationssymtom. Inga andra toxiska effekter förväntas.

Ansträngningarna att identifiera mikrobiologiskt kontaminerade byggnader eller områden, eller att verifiera effekten av åtgärder genom MVOC-mätningar, har hittills misslyckats på grund av betydande överlappning mellan misstänkta områden och kontrollområden, både vad gäller nivåer av enskilda MCOC och summan av flera MVOC. Man konkluderar att "för att skadade byggnader ska kunna identifieras med hjälp av MVOC-mätningar behövs MVOC med enbart mikrobiellt ursprung och/eller avancerade databehandlingsmetoder".

## Mögelsporer

Mögel finns överallt. Mögel fortplantar sig med hjälp av sporer som lätt sprids i omgivningen. Vi andas därför ständigt in sporer från såväl ineluften som luften utomhus. Actinomycester (jordbakterier) har liknande egenskaper som mögel och brukar behandlas tillsammans.

Det är väl känt att exponering för höga halter av såväl mögel som actinomycester ger upphov till sjukdomen allergisk alveolit med feberattacker, ledbesvär och ofta röntgenologiska lungförändringar som vid "tröskdammlunga". Vi talar då om sporhalter på  $10^6$  till  $10^{10}/m^3$ . Utomhus förekommer sällan högre halter än 10 000 sporer/ $m^3$ . Inomhushalter når sällan halter över 1 000 sporer/ $m^3$ . I olika epidemiologiska studier har irritationssymtom tillskrivits mögel i mycket lägre halter.

I en provokationsstudie exponerades personer med SBS-symtom för varierande sporhalter medan man mätte lungfunktionen, förekomsten av symtom och inflammatoriska celler i blodet. De halter där ingen effekt kunde observeras (NOEL är lika med *No Observed Effect Level*) be-



*Först genom att öppna konstruktionen kan man i många fall avgöra lämpligt fortsatt handlande, då luftmögel-mätningar i många fall inte ger någon vägledning.*

FOTO: TOM FOLLIN

stämades därvid till 4 000 respektive 8 000 sporer/ $m^3$ . En studie av astmapatienter som var allergiska för två vanliga mögelarter exponerades för dessa mögel och man fann den lägsta observerade halten där man kunde påvisa effekt på luftvägs-konduktansen (LOEL är lika med *Lowest Observed Effect Level*) vara 10 000 respektive 20 000 sporer/ $m^3$ .

I epidemiologiska studier av kraftigt exponerade populationer kunde man påvisa påverkan på lungfunktionen, besvär från luftvägarna och luftvägsinflammation vid  $10^5$  sporer/ $m^3$ . Den "enda väldesignade studien på personer som exponerats för vanlig inomhusluft" indikerade en NOEL på 700 sporer/ $m^3$  mätt med inflammatoriska markörer i nässköljvätska samt symtomutfall.

Sammanfattningsvis sägs att den kombinerade kunskapen från provokationsförsök på människa och epidemiologiska studier stöder en LOEL på approximativt  $10^5$  sporer/ $m^3$  för en icke-sensibiliserad befolkning. Man pekar också på behovet av att söka NOEL för sporer från specifika mögel.

## Vilka slutsatser kan man dra

De två dokumenten bekräftar svårigheten att baserat på spormätningar och MVOC-mätningar dra mer långtgående slutsatser om mögelskador vid skadeutredningar och diskutera eventuella hälsoeffekter.

Flertalet mögelprover som tas baseras dock på arttypning genom ett odlingsförfarande. Värdet av dessa mögelprover har också diskuterats, främst på grund av att det saknas kunskap om effekter på människa av specifika mögelarter. Det finns mögel med potential att skapa exempelvis mögeltoxiner och *Stachybotrys* har figurerat som ett "farligt" mögel. Ohälsoriken är dock starkt knuten till halten av förekommande mögel och låga halter av denna mögelart torde inte utgöra större hälsorisk än låga halter av andra arter.

Det generella rådet att inte starta utredningar av inneklimatproblem med omfattande mätprogram kvarstår [6]. Så snart man kan rikta frågeställningarna kan det bli aktuellt att också göra mer avancerade tekniska mätningar. Vilka mätningar man därvid bör genomföra avgörs av om mätningarna kan ge svar på de frågor man har. I detta perspektiv bör man noga överväga om mögelmätningar verkligen kan ge önskade svar. I många fall kommer man sannolikt till insikt om att en mer kraftfull intervention med öppning av konstruktionen är det mest effektiva sättet att avgöra fortsatt handlande. Mögelmätningar på materialprover har sannolikt ett värde när det gäller att exempelvis avgränsa skadeområdet inför sanering, däremot inte när det gäller att uttala sig om eventuella hälsoeffekter. ■

## Referenser

- [1]. Bornehag CG et al. *Dampness in buildings as a risk factor for health effects*. Indoor Air 2004;14:243-257.
- [2]. Rudblad S et al. *Nasal hyperreactivity among teachers in a school with a long history of moisture problems*. Am J Rhinology 2001;15:135-141.
- [3]. Wieslander G et al. *Changes of symptoms, tear film stability and eosinophilic cationic protein in nasal lavage fluid after re-exposure to a damp office building with a history of flooding*. Indoor Air 2007;17:19-27.
- [4]. Korpi A, Järnberg J, Pasanen AL. *Microbial volatile organic compounds (MVOCs)*. Arbete och Hälsa – vetenskaplig skriftserie Nr 2006:13.
- [5]. Wijnand E. *Fungal spores*. Arbete och Hälsa – vetenskaplig skriftserie Nr 2006:21.
- [6]. Andersson K m fl. *Kemiska, mikrobiologiska och partikelmätningar – hjälpmedel eller "big business"?* Bygg & teknik 5/2004 sid.20-22.