SWESIAQ-modellen

SWESIAQ:S RÅD VID INNEMILJÖUTREDNINGAR

Version 6.0

2017-01-27

Innehållsförteckning

SWESIAQ-MODELLEN I BILD OCH ORD – EN SAMMANFATTNING 3

ORSAKERNA KAN VARA MÅNGA. UNDERSÖK ALLA FAKTORER SYSTEMATISKT! *(20)* 3
GENERELL ARBETSGÅNG GER TRYGGHET OCH MINSKAR RISKEN FÖR FEL *(14-16)* 3
UTREDNINGEN INLEDS MED EN FÖRUTSÄTTNINGSLÖS, ÖVERSIKTLIG INVENTERING *(17-21)* 4
INVENTERINGEN SAMMANFATTAS I EN RAPPORT MED TEXT UNDER MALLENS ALLA RUBRIKER *(21)* 5
MER OM SWESIAQ-MODELLEN 6

1. ALLMÄN BESKRIVNING 7

INLEDNING 7
ARBETSGRUPPEN 7
BAKGRUND 8
DOKUMENTETS MÅLGRUPPER 8
Historik *8*
DEFINITIONER OCH FÖRKLARINGAR 9
Innemiljöproblem *9*
Ospecifik Byggnadsrelaterad Ohälsa (OBO) *9*
”Byggnaden” *9*
Innemiljöutredning *9*
Innemiljöutredare *10*
Luftkvalitet *10*
Luftföroreningar *10*
Luftanalys *10*
Emissioner *10*
Aktiviteter i byggnaden *10*
NÅGRA VIKTIGA TANKAR BAKOM SWESIAQ-MODELLEN 11
Exempel på hur SWESIAQ-modellen kan användas *11*
Innemiljöutredningens huvudfokus: Att finna källor till luftföroreningar *11*
Sju grundorsaker till dålig luftkvalitet *11*
Andra viktiga miljöfaktorer *12*
Luftanalyser kan inte ersätta en innemiljöutredning *12*
Fastighetsägarens och arbetsgivarens nyckelroller *12*
Fördelar med en systematisk och brukarförankrad innemiljöutredning *12*
Har Sverige tillräckligt många kompetenta innemiljöutredare? *13*

2. ARBETSGÅNG VID EN INNEMILJÖUTREDNING 14

A. Klargör utredningsuppdraget med beställare/uppdragsgivare *14*
B. Innemiljöutredningen styrs av en kontaktgrupp *15*
C. Första mötet i kontaktgruppen *15*
D. En översiktlig inventering som ger överblick *15*
E. Inventeringsrapporten avrapporteras i kontaktgruppen *16*
F. Innemiljöutredningen fördjupas *16*
G. Slutrapport *16*
H. Åtgärder och kontroll *16*
I. Uppföljning *16*

3. DEN INLEDANDE, ÖVERSIKTLIGA INVENTERINGEN 17

BESVÄRSBESKRIVNING OCH BESVÄRSHISTORIK 18
BYGGNADSBESKRIVNING OCH BYGGNADSHISTORIK 19
ETT FÖRSTA BESÖK I BYGGNADEN 19
Lukter *19*
Tala med brukare och fastighetsägarrepresentanter *19*
Okulär besiktning och enklare mätningar *19*

En systematisk genomgång av alla vanliga orsaksfaktorer 20
Den viktiga inventeringsrapporten 20

BILAGA 1. SYSTEMATISK GENOMGÅNG AV VIKTIGA ORSAKER TILL INNEMILJÖPROBLEM 22

1. Byggnadskonstruktionen 22
2. Fukt i byggnadsmaterial 23
3. Emissioner från mikrobiell påväxt 24
4. Emissioner från byggnadsmaterial 24
Några exempel på emissioner i gasform från byggnadsmaterial 24
5. Emissioner från inredning och aktiviteter 25
6. Förorenad luft via tilluften 26
7. Förorenad luft via okontrollerat läckage 26
8. Otillräcklig luftväxling 27
9. Luftkvalitet 28
10. Exponering för luftföroreningar 28
11. Andra miljöfaktorer 29
12. Psykosocial miljö 29
13. Individuell känslighet 29

BILAGA 2. LUFTANALYSER VID INNEMILJÖUTREDNINGAR 30

Arbetsgruppens sammanfattande synpunkter 30
Luftföroreningar och metoder för analys av rumsluft 31
Exempel på luftföroreningar 31
Metoder för luftanalys 31
Luftanalyser kan sällan förklara innemiljöproblem 32
Att spåra luftföroreningskällor med hjälp av kommersiella metoder 32
Laboratorieanalys av olika luftföroreningar 32
Direktvisande instrument 33
Svårt att ta representativa luftprover 33
Metoder för luftprovtagning 34
Riktad luftprovtagning 34
Emissionsmätning 34
Materialanalys 35
Allmän luftprovtagning 35
Kända emissioner från olika luftföroreningskällor – VOC-analyser som exempel 36
Tankar inför framtiden: Borde vi mäta andra ämnen än VOC? 37

BILAGA 3. INNEMILJÖPROBLEM UR MEDICINSK, PSYKISK OCH PSYKOSOCIAL SYNVINKEL 38

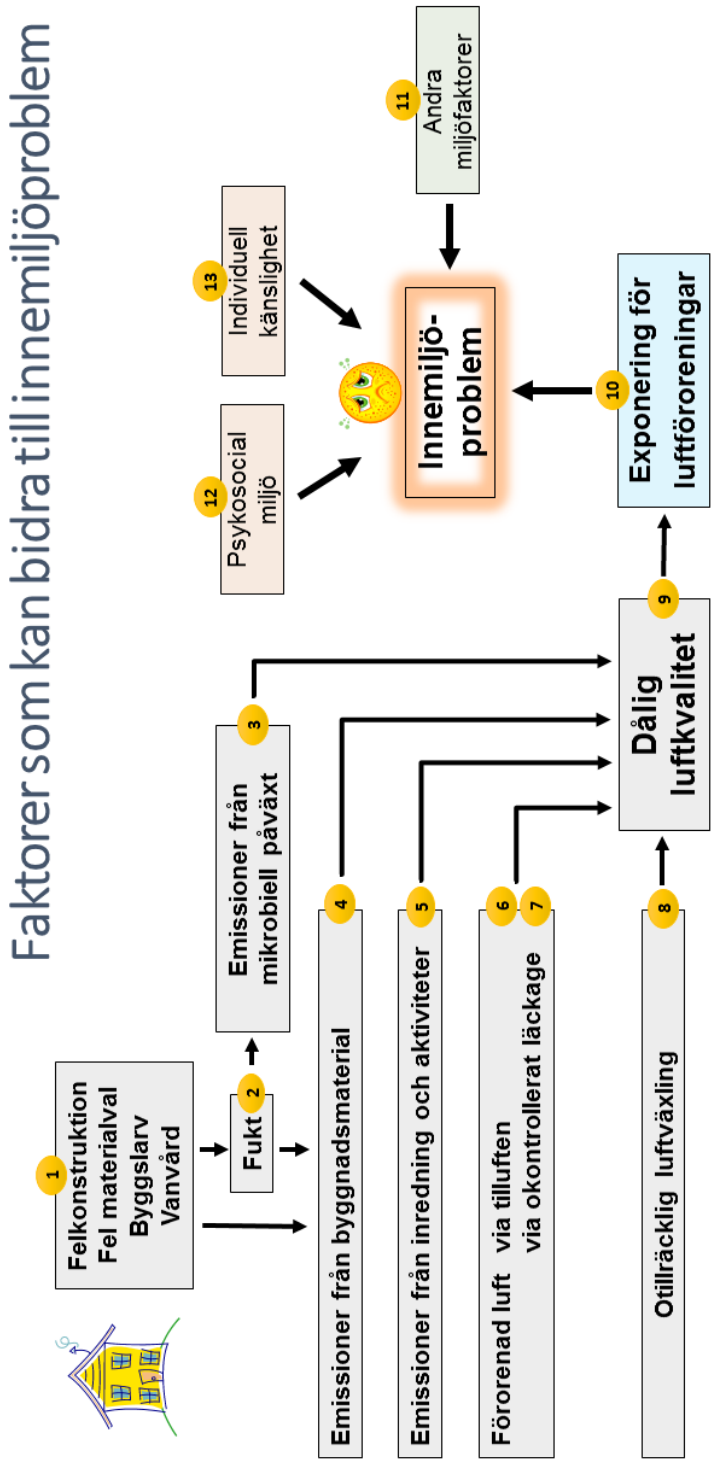
Vanliga symtom och kända orsaker 38
Vad beror på individen och vad beror på miljön? 38
Rollfördelning läkare/tekniker 39
Psykiska och psykosociala aspekter 39
Akuta insatser för drabbade brukare 39

REFERENSER 40

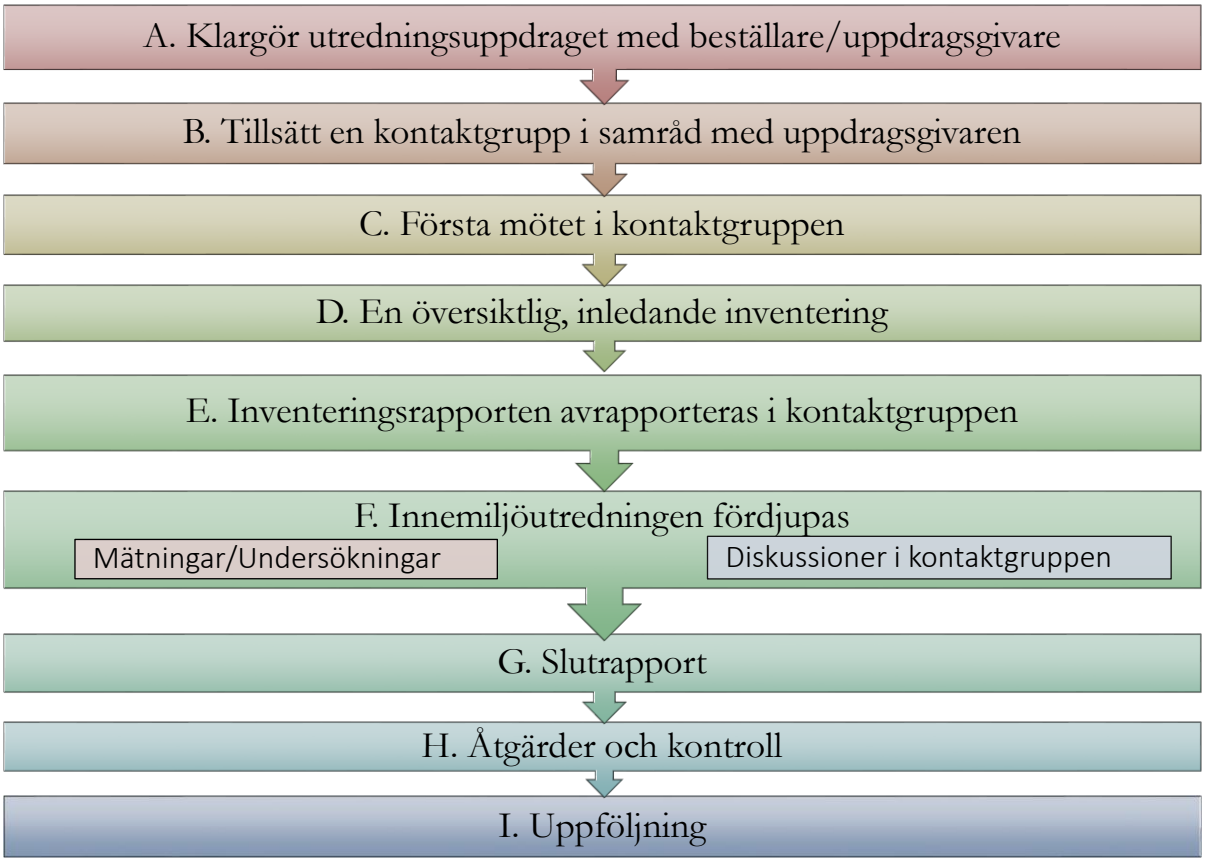
SWESIAQ-modellen i bild och ord – En sammanfattning

Dessa inledande fyra sidor sammanfattar det viktigaste i bild och ord. Siffrorna inom parentes är sidhänvisningar till dokumentet.

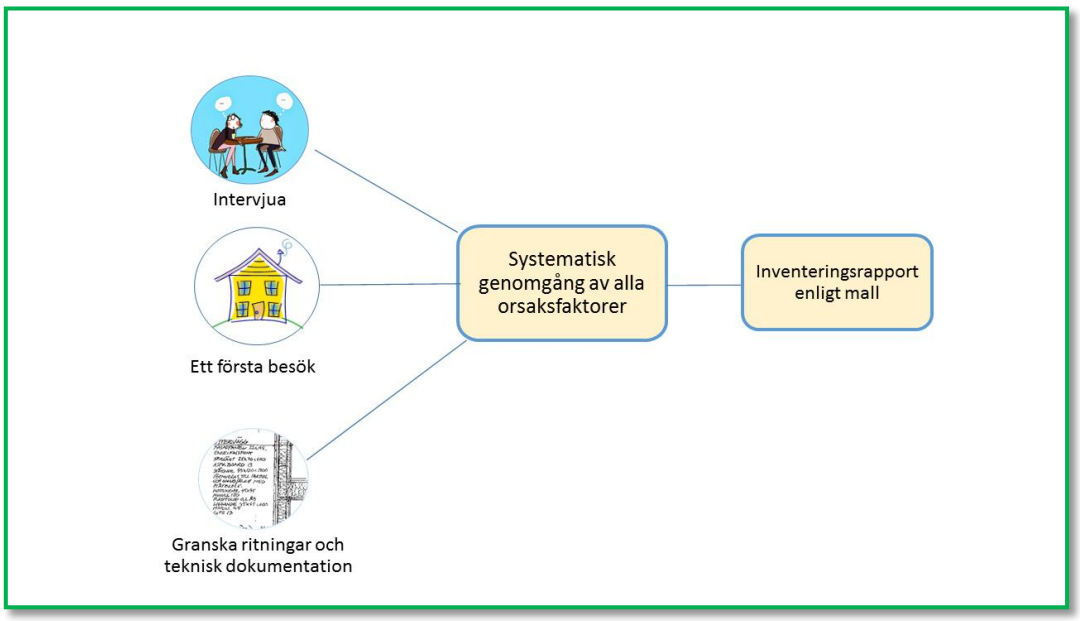
Orsakerna kan vara många. Undersök alla faktorer systematiskt! *(20)*



Generell arbetsgång ger trygghet och minskar risken för fel *(14-16)*



Utredningen inleds med en förutsättningslös, översiktlig inventering *(17-21)*



Inventeringen sammanfattas i en rapport med text under mallens alla rubriker *(21)*

Allmänna uppgifter

- Objektets/Byggnadens namn och adress
- Uppdragsgivarens namn och kontaktuppgifter
- Ansvarig innemiljöutredares namn och kontaktuppgifter

Uppdraget

- Kort beskrivning av problemen
- Uppdragsformulering (ordagrant)
- Kontaktgrupp (namn, funktion inom gruppen)

Allmänna data

- Besvärsbeskrivning och besvärshistorik
- Byggnadsbeskrivning och byggnadshistorik
- Eventuella tidigare utredningar som gäller objektet

Noteringar vid ett första besök

- Besiktningsdatum
- Lukter
- Okulära iakttagelser
- Verksamheter som bedrivs i objektet

Systematisk genomgång av tekniska orsaksfaktorer:

- Fukt i byggnadsmaterial
- Emissioner från mikrobiell påväxt
- Emissioner från byggnadsmaterial
- Emissioner från inredning och aktiviteter
- Föroreningar via tilluften
- Föroreningar via okontrollerat inläckage
- Otillräcklig luftväxling
- Andra miljöfaktorer

Sammanfattning av data och innemiljöutredarens bedömning

Förslag till vidare utredning och/eller åtgärder

Daterad underskrift

Mer om SWESIAQ-modellen

- SWESIAQ-modellen anger principerna
  - Den är ingen fullständig handbok för innemiljöutredningar
  - Bilaga 1 *(22)* ger **exempel** på brister och metoder

- Kontaktgruppen viktig - innemiljöutredningen är ett lagarbete *(12, 15)*
  - Full insyn från brukarrepresentanter

- Dokumentera - det lönar sig i längden! *(12, 15)*

- Besvärs- och byggnadsbeskrivning – två viktiga pusselbitar *(18-19)*

- Mallen *(20)* och den generella arbetsgången (14) anger **minimikrav**
  - Uppdragsgivare och brukare kan kontrollera att inget glömts bort

- Luftanalyser kan inte ersätta en innemiljöutredning *(30)*
  - En luftanalys kan aldrig användas som kvalitetssäkring av luften
  - Många fallgropar – tänk igenom noga innan du mäter

- Det ställs stora krav på en innemiljöutredare *(13)*

- Utredningen handlar inte enbart om tekniska brister
  - Ofta krävs samverkan mellan teknisk, medicinsk och ibland psykologisk kompetens *(38)*

- Läs SWESIAQ:s kompletterande råd *(40):*
  - Utredning av mikrobiell påväxt i byggnader
  - Råd vid utredning av ventilationssystem i byggnader med innemiljöproblem

Det här var en sammanfattning.
Beskrivningen av SWESIAQ-modellen börjar på nästa sida …

1. ALLMÄN BESKRIVNING

Inledning

SWESIAQ-modellen har tagits fram som en metod för systematisk utredning av orsaker till att brukare upplever hälsobesvär kopplade till innemiljön i byggnader. SWESIAQ-modellen är tänkt som ett stöd för innemiljöutredare och för de som upphandlar eller beställer innemiljöutredningar. Den syftar också till att öka brukarnas förståelse för innemiljöproblem och innemiljöutredningar. Slutligen tror vi att den är till nytta för många andra typer av intressenter som kan bli inkopplade i de ofta komplicerade utredningsförloppen.

Huvuddokumentet består av tre avsnitt som beskriver själva SWESIAQ-modellen:

1. *Allmän beskrivning* redovisar de grundläggande tankarna.
2. *Arbetsgång vid en innemiljöutredning* visar de olika stegen vid en systematisk utredning.
3. *Den inledande, översiktliga inventeringen* - det kanske viktigaste delmomentet.

De tre bilagorna innehåller viktiga fördjupningar:

Bilaga 1. Systematisk genomgång av viktiga orsaker till innemiljöproblem.
Bilaga 2. Luftanalyser vid innemiljöutredningar.
Bilaga 3. Innemiljöproblem ur medicinsk, psykisk och psykosocial synvinkel.

Referenshänvisningar markeras med en siffra inom [parentes] i löpande text. Detta är ett levande dokument som säkert kan förbättras: Om du vill ändra eller lägga till något – ta kontakt via SWESIAQ:s hemsida: www.swesiaq.se

Arbetsgruppen

SWESIAQ-modellen har tagits fram av en arbetsgrupp inom SWESIAQ som består av personer med olika yrkeskompetenser och med stor erfarenhet av innemiljöproblem:

Lars Ekberg, docent installationsteknik, Chalmers, CIT Energy Management, Göteborg

Gunnel Emenius, miljöhygieniker/forskare, Karolinska Institutet, Stockholm

Jörgen Grantén, innemiljöutredare/fuktsakkunnig, FuktCom, Lund

Lasse Iisakka, innemiljöutredare, Byggmiljögruppen, Stockholm

Jan Kristensson, kemist, Chemik lab, Norrtälje

Berndt Stenberg, överläkare/professor, Västerbottens läns landsting o Umeå universitet

Aneta Wierzbicka, docent, partikel- och innemiljöforskare, Lunds universitet

Anders Lundin, miljöhygieniker, AL Innemiljö, Handen (sekreterare o sammankallande)

Bakgrund

Över en miljon svenskar upplever besvär som de relaterar till inomhusmiljön [1]. Det råder en allmän osäkerhet om orsakerna till dessa besvär – hur man ska finna vad som är fel och hur man åtgärdar bristerna. Osäkerheten finns överallt i samhället: hos allmänheten, hos fastighetsägare, arbetsgivare, myndigheter, inom sjukvården och rättsväsendet. Osäkerheten har inneburit att innemiljöutredningar bedrivs på en mängd olika sätt och i många fall utan en i förväg upprättad arbetsmodell. Bristfälligt genomförda utredningar förstärker ytterligare osäkerheten och genererar nya problem genom att brukarnas förtroende för fastighetsägare/arbetsgivare och utredare raseras. SWESIAQ-modellen är tänkt som ett verktyg för att så långt möjligt undvika sådana misstag.

Genom att följa en systematisk strategi minskar innemiljöutredaren risken för att viktiga faktorer glöms bort och kan istället koncentrera sig på det som är unikt för den aktuella byggnaden och dess innemiljöproblem. Eftersom förutsättningarna för en innemiljöutredning kan variera mycket från fall till fall så måste det som standardiseras vara begränsat till några få men viktiga punkter. SWESIAQ-modellen kan användas generellt för alla typer av byggnader med icke-industriell verksamhet: enfamiljshus, flerbostadshus, bostadsområden, skolor, förskolor, icke-industriella arbetsplatser.

Dokumentets målgrupper

Dokumentet har fyra målgrupper:

- **Innemiljöutredare** får råd om hur innemiljöutredningen kan bedrivas effektivt och systematiskt. Däremot innehåller dokumentet långtifrån alla detaljkunskaper som behövs för en bra innemiljöutredning.
- Den som beställer en innemiljöutredning – dvs. oftast **fastighetsägaren**, ibland **arbetsgivaren** – kan se vilka grundläggande krav som bör ställas på en innemiljöutredare och även kontrollera att inget glömts bort.
- **Brukare** av byggnaden kan också kontrollera att innemiljöutredaren arbetar på ett bra sätt och får grundläggande information om byggnadstekniska brister och annat som kan leda till innemiljöproblem.
- **Yrkesgrupper med uppgift att bedöma** och dra nytta av innemiljöutredningar, kan använda dokumentet för att kontrollera om utredningen uppfyller vissa grundkrav. Exempel på sådana yrkesgrupper är hälsoskydds- och arbetsmiljöinspektörer, arbetsmiljöingenjörer, miljö- och yrkeshygieniker, försäkringstjänstemän, jurister, personal inom hälso- och sjukvården m.fl.

Historik
SWESIAQ-modellen är en utveckling av tidigare råd om hur man bör genomföra en effektiv innemiljöutredning. Man bör arbeta stegvis och systematiskt. I Ö*rebromodellen*, tänker man sig att utredningarna bör ske i en utredningstrappa där innemiljöenkäter – de välkända *Örebroenkäterna* - har en viktig roll [2] [21]. 2005-2006 tog en arbetsgrupp inom SWESIAQ fram den första versionen av *SWESIAQ-modellen*. Under 2010-2012 vidareutvecklades råden av en ny arbetsgrupp till det som kallas*, version 5.* Dessa råd belönades med 2013 års Stora Inneklimatpris. Denna version av *SWESIAQ-modellen* är betydligt utökad, samtidigt som vi har försökt göra dokumentet mer överskådligt. Arbetsgruppen bildades 2015-03-18 och dokumentet (finns fritt tillgängligt på www.swesiaq.se) godkändes av SWESIAQ:s styrelse 2017-01-27.

Definitioner och förklaringar

Ord kan betyda olika saker för olika människor och i olika sammanhang. Vi har försökt definiera vad orden betyder i detta dokument. Nedanför är de egentliga definitionerna skrivna i normalstil. I vissa fall finns förklarande text som då är skriven med *kursiv stil.*

Innemiljöproblem

Med innemiljöproblem menar vi att en eller flera personer förknippar hälsobesvär eller obehag med vistelse i en viss byggnad. Det ställs inga krav på någon viss typ av hälsobesvär eller obehag. Skalan kan sträcka sig från att någon enstaka person upplever viss lukt eller komfortproblem (t.ex. kallt och dragigt) till att många brukare drabbas av svåra luftvägssymtom.

Det enda krav som ställs är att ohälsan/obehaget ska ha en koppling till byggnaden och snabbt eller långsamt avta när brukaren lämnar byggnaden. Kroniska sjukdomar – t.ex. cancer – är därför inte någon anledning till att en innemiljöutredning inleds på det sätt som beskrivs i dessa råd. Därmed inte sagt att inte egenskaper hos byggnaden skulle kunna orsaka kroniska sjukdomar.

De hälsoproblem bland brukarna som normalt ligger till grund för en innemiljöutredning har tidigare ofta kallats ”sjukahus-symtom” eller ”sjukahus-syndrom” (eng. Sick Building Syndrome, SBS). Denna beteckning har kritiserats bl.a. på grund av att den förutsätter förekomsten av ett ”sjukt” hus, ett svårdefinierat begrepp. ”Sjukahus-syndromet” är inte allmänt accepterat som begrepp inom vare sig forskarvärlden eller sjukvården och används inte i dessa råd.

Ospecifik Byggnadsrelaterad Ohälsa (OBO)

Det begrepp som idag vanligtvis används på specialistkliniker för att benämna ohälsa kopplad till specifika byggnader är Byggnadsrelaterad Ohälsa. I detta begrepp ingår såväl kroniska sjukdomar, som sådan ohälsa som avtar när brukaren lämnar byggnaden.

Med OBO – Ospecifik Byggnadsrelaterad Ohälsa – avses sådana ospecifika symtom/hälsobesvär som är vanliga vid innemiljöproblem och som är kopplade till vistelse i en viss byggnad. Att symtomen/hälsobesvären är ospecifika innebär att de kan ha flera andra orsaker som inte har med innemiljön att göra. För att säga att en person har OBO ska därför alternativa förklaringar till symtomen ha uteslutits.

Med Specifik Byggnadsrelaterad Ohälsa menas sjukdomar med en specifik orsak i inomhusmiljön, t.ex. lungcancer orsakad av radon, legionärsjuka (en typ av lunginflammation) orsakad av bakterien legionella som kan spridas via t.ex. duschvatten och allergisk alveolit som kan orsakas av höga halter av mikrobiella partiklar (aerosoler) från t.ex. misskötta luftfuktare.

”Byggnaden”

För att förenkla texten talas i detta dokument allmänt om ”byggnaden”, dvs. den byggnad där brukare upplever innemiljöproblem. Med ”byggnad” menas allt från enfamiljshus till flerbostadshus, byggnader i ett bostadsområde eller små och stora arbetsplatser. Ibland kanske det bara handlar om en del av en byggnad, t.ex. ett våningsplan i ett stort hus.

Innemiljöutredning

En innemiljöutredning har två huvudsyften:

- att utreda orsakerna till innemiljöproblem i en viss byggnad, i första hand orsaker relaterade till byggnaden eller aktiviteter i byggnaden
- att föreslå åtgärder i syfte att eliminera eller minska innemiljöproblemen

Man bör vara medveten om att i vissa fall kommer utredningen inte att resultera i att några påtagliga tekniska brister i innemiljön påträffats. En orsak till detta kan vara att utredningen inte har varit tillräckligt grundlig. Men det kan också vara så att brukarnas symtom har andra orsaker än innemiljön.

Innemiljöutredare
Den person som genomför en innemiljöutredning. Det ställs stora krav på kompetens, erfarenhet och allsidighet hos en innemiljöutredare. Normalt är det en tekniker men innemiljöutredaren måste vara beredd att koppla in teknisk eller medicinsk specialkompetens när det behövs.

Luftkvalitet
Inomhusluftens totala förmåga att påverka en brukares hälsa och välbefinnande, främst genom sitt innehåll av luftföroreningar.

För att mäta luftkvalitet enligt definitionen skulle man teoretiskt sett behöva mäta halterna av luftens alla komponenter, dvs. alla typer av partiklar och ämnen i gasform. Därefter göra en bedömning av varje komponents påverkan på brukaren och även bedöma samverkanseffekter mellan olika luftföroreningar. Eftersom samma luftinnehåll påverkar olika brukare olika måste detta göras individuellt. Ibland mäter man höga lufthalter av något ämne som är känt för att försämra hälsa och välbefinnande och kan då uttala sig om att luftkvaliteten är dålig. Däremot är det ***omöjligt att säkerställa god luftkvalitet genom att endast göra någon typ av luftanalys.***

Luftföroreningar
Alla typer av ämnen i luften – i partikel- eller gasform – som försämrar luftkvaliteten.

Med partiklar menas fast eller flytande materia, eventuellt i kombination och med en storlek mellan 0,001 till 100 µm. Partiklar har inhomogen struktur och inhomogent innehåll. De gasformiga luftföroreningarna består av fria molekyler som rör sig oberoende av varandra. Många ämnen kan i rumstemperatur samtidigt förekomma som vätska och i gasform. Detta gäller t.ex. organiska flyktiga ämnen med en kokpunkt mellan 50-250 °C, s.k. VOC-ämnen. I innemiljöutredningar intresserar man sig för gasformen av de flyktiga ämnena.

De flesta ämnen påverkar hälsan vid tillräckligt höga koncentrationer, så egentligen menar vi med luftförorening ett ämne med en sådan koncentration att brukarnas hälsa påverkas negativt. Ett ytterligare kriterium i samband med innemiljöutredningar är att de negativa effekterna (för de flesta brukare, se avsnitt 3) ska avta när man lämnar byggnaden. Radon och asbest är exempel på luftföroreningar med allvarliga hälsoeffekter men som inte är i fokus vid innemiljöutredningar, detta eftersom de kända hälsoeffekterna inte avtar utan är kroniska. Inte heller hormonstörande ämnen ligger i fokus – om de inte samtidigt kan visas ha akuta effekter.

Luftanalys
Mätning av halterna (koncentrationerna) av en eller flera luftföroreningar i innemiljön.

Emissioner
Emissioner är alla typer luftföroreningar – i partikel- eller gasform – som avges från byggnadsmaterial, inredning, föremål, personer, aktiviteter mm.

Aktiviteter i byggnaden
I första hand avses sådana aktiviteter som påverkar luftkvaliteten. På en arbetsplats handlar det om luftföroreningar från maskiner och annan verksamhet. I en bostad handlar det mest om brukarnas aktiviteter, t.ex. matlagning, städning, olika hobbyer osv. Även luftföroreningar som avges av växter, husdjur eller brukarna själva (s.k. bioeffluenter, parfym mm.) ingår i begreppet.

Några viktiga tankar bakom SWESIAQ-modellen

Exempel på hur SWESIAQ-modellen kan användas

Antag att en brukare upplever besvär i sin lägenhet, i början kanske bara en obehaglig lukt men senare tillkommer trötthet och t.ex. ögonirritation. Efter ett tag stärks misstankarna om att något är fel i lägenheten. Figur 5 och Bilaga 1 i SWESIAQ-modellen kan ge vägledning om vad som skulle kunna vara orsaken. Brukaren vänder sig till fastighetsägaren med sina misstankar. Fastighetsägaren är enligt Miljöbalken skyldig att ha kunskaper om hur fastigheten ska vara utformad och skötas så att den inte orsakar ohälsa för brukarna. Fastighetsägaren bör därför också kunna ha nytta av figur 5 och Bilaga 1. Sannolikt gör fastighetsägaren ett besök i lägenheten och hittar förhoppningsvis – eventuellt efter viss utredning och med stöd av sina troligen bättre förutsättningar – något tekniskt fel i lägenheten som kan åtgärdas.

Om fastighetsägaren inte kan hitta något tekniskt fel bör två saker ske parallellt: Brukaren bör kontakta läkare för att diskutera sina besvär och fastighetsägaren bör kontakta en bra innemiljöutredare för innemiljöutredning enligt SWESIAQ-modellen. En fastighetsägare bör enligt arbetsgruppens mening redan i förväg vara väl insatt i de viktiga principerna i detta dokument med bilagor och bör ställa krav på att innemiljöutredaren arbetar på det sätt som beskrivs i avsnitt 2 och 3. Innemiljöutredaren bör inte bara vara väl insatt i innehållet utan också ha mycket goda detaljkunskaper om det som översiktligt beskrivs i Bilagorna 1-3.

I exemplet handlade det om *en* lägenhetsinnehavare med innemiljöproblem men fastighetsägaren kanske redan fått kännedom om andra brukare med besvär i liknande lägenheter som bör utredas parallellt. Utredningen av en lägenhet kan också påvisa sådana tekniska brister som kan misstänkas förekomma i fler lägenheter byggda på samma sätt och som därför bör utredas.

Under utredningens gång kan fastighetsägaren och brukarna kontrollera att utredningen följer den systematiska arbetsgång som SWESIAQ-modellen rekommenderar och att rapporten är fullständig enligt figur 6. I efterhand kan också yrkesgrupper som har att bedöma utredningskvaliteten ha nytta av figur 6 för att se om innemiljöutredaren verkligen tagit ställning till alla relevanta miljöfaktorer.

Innemiljöutredningens huvudfokus: Att finna källor till luftföroreningar

Den hypotes som ligger till grund för en innemiljöutredning är att innemiljöproblem oftast orsakas av *dålig luftkvalitet*, dvs. luftföroreningar som påverkar brukarnas hälsa och välbefinnande. Vi saknar för närvarande – med något enstaka undantag – kunskaper om vilka luftföroreningar som skulle kunna kopplas till ohälsa i icke-industriella inomhusmiljöer. Därför blir innemiljöutredningens huvudfokus istället att försöka *finna källor/orsaker* till luftföroreningar. Det finns vetenskapligt stöd för att många typer av källor till luftföroreningar har samband med innemiljöproblem (Bilaga 3). Praktiska erfarenheter från olika saneringsprojekt visar att innemiljöproblem ofta, men inte alltid, kan fås att upphöra eller avta genom att källorna elimineras.

Sju grundorsaker till dålig luftkvalitet

Innemiljöutredningen måste bedrivas med en öppenhet för många olika orsaker till innemiljöproblemen. Bl.a. måste varje innemiljöutredning innehålla en genomgång av var och en av följande viktiga grundorsaker till dålig luftkvalitet (inte rangordnade):

- Fukt i byggnadsmaterial
- Emissioner från mikrobiell påväxt
- Emissioner från byggnadsmaterial
- Emissioner från inredning och aktiviteter
- Förorenad luft via tilluften
- Förorenad luft via okontrollerat luftläckage
- Otillräcklig luftväxling

Andra viktiga miljöfaktorer

Utredningen bör drivas stegvis och enligt principen att börja med det enklaste och viktigaste. Det kan handla om att arbeta parallellt med det tekniska och med det individuella/medicinska/psykosociala spåret. Det gäller också att försöka väga graden av misstanke och betydelsen för hälsoutfallet mot kostnad och tid för att utreda misstanken. Här sätts innemiljöutredarens erfarenhet på prov.

Trots att huvudfokus ligger på luftkvalitet är det viktigt att inte alla resurser inriktas mot att finna luftföroreningskällor. Vi vet att eftersom många av brukarnas symtom är ospecifika kan det finnas andra orsaker än luftföroreningar, t.ex. andra tekniska miljöfaktorer, psykosociala miljöfaktorer eller individuella faktorer (Bilaga 3). Den individuella känsligheten mot olika miljöfaktorer varierar kraftigt. Så långt möjligt bör symtom hos brukarna bedömas av läkare så att alternativa orsaker till besvären har uteslutits innan en större utredning av byggnaden inleds.

Luftanalyser kan inte ersätta en innemiljöutredning

Kunskaperna är bristfälliga när det gäller hälsoeffekter av de luftföroreningar som förekommer i låga halter i innemiljön. Trots detta finns på marknaden ett stort antal företag som erbjuder luftanalyser som mer eller mindre öppet antyds visa om en byggnad är ohälsosam eller inte. De olika analysmetoderna kan om de används av en erfaren innemiljöutredare ibland vara ett hjälpmedel i utredningen. Men i händerna på oerfarna personer kan de ofta leda till svårtolkade resultat som riskerar att leda utredningen åt fel håll. SWESIAQ-modellen vill visa att någon enstaka luftanalys inte är en genväg till förståelse av varför människor mår dåligt i en byggnad. *Läs mer om luftanalyser i Bilaga 2.*

Fastighetsägarens och arbetsgivarens nyckelroller

Fastighetsägaren har ansvar för underhåll och åtgärder i fastigheten och är den som oftast beställer en innemiljöutredning. Om den byggnad som ska utredas är en arbetsplats är det *arbetsgivaren* som har det yttersta ansvaret för arbetsmiljön, alltså även innemiljön. Uppdragsgivare och beställare av en innemiljöutredning kan alltså vara antingen fastighetsägare eller arbetsgivare. Om arbetsgivaren är uppdragsgivare är det helt nödvändigt att även fastighetsägaren är inkopplad i utredningen (via kontaktgruppen, Avsnitt 2) eftersom det ofta gäller att få tillgång till olika tekniska utrymmen, öppna upp byggnadskonstruktioner och utföra byggnadsåtgärder.

Uppdragsgivarens kunskaper och ambitionsnivå när det gäller innemiljöproblem blir ofta avgörande för vilken typ av utredning som beställs. Uppdragsgivaren bör vara informerad om olika orsaker till innemiljöproblem. Genom att kräva att utredningen bedrivs enligt SWESIAQ-modellen förbättras förutsättningarna för en adekvat och systematisk utredning.

Fördelar med en systematisk och brukarförankrad innemiljöutredning

SWESIAQ-modellen ställer krav på ställningstagande till och dokumentation av *alla* viktiga tänkbara orsaksfaktorer och kräver välformulerade, skriftliga och muntliga *motiveringar* till utredarens ställningstaganden inför beställaren och kontaktgruppen. Vi tror att det är oerhört viktigt med ett grundligt och välförankrat *förarbete* innan man sätter igång med detaljerade undersökningar och åtgärder:

- Det är mycket kostsamt – ekonomiskt men framförallt hälsomässigt – om man i efterhand märker att utredningen varit bristfällig. Detta kan leda till att den fortsatta utredningen kommer att ifrågasättas och kan resultera i onödigt omfattande sanering.
- Välmotiverade ställningstaganden som är väl förankrade i *kontaktgruppen* (Avsnitt 2) bidrar till att skingra oro bland brukarna.
- Man kan undvika en hel del ogenomtänkta mätningar (och medicinska undersökningar) om man först gjort en systematisk genomgång av *alla* viktiga (och kända) orsaksfaktorer.

Det kan vara på sin plats att påminna om att utredningen givetvis förenklas för små objekt, t.ex. en hyreslägenhet eller en liten villa. Förenklingen beror däremot inte på att man kan hoppa över något av de olika utredningsstegen (Avsnitt 2) utan på att arbetsinsatsen för varje steg kan minskas betydligt.

Har Sverige tillräckligt många kompetenta innemiljöutredare?

Det ställs stora krav på en bra innemiljöutredare:

- Bred överblick och erfarenhet av alla kända faktorer med betydelse för innemiljöproblem.
- Medvetenhet om problemens komplexitet och förmåga att vid behov kalla in olika typer av expertis.
- Förmåga att kommunicera både muntligt och skriftligt på ett sätt som kan förstås av alla inblandade.
- Byggnadsteknisk kompetens samt kunskaper om hur olika typer av mätningar kan utnyttjas för innemiljöutredningen – samt och minst lika viktigt – kännedom om de olika mätmetodernas begränsningar.

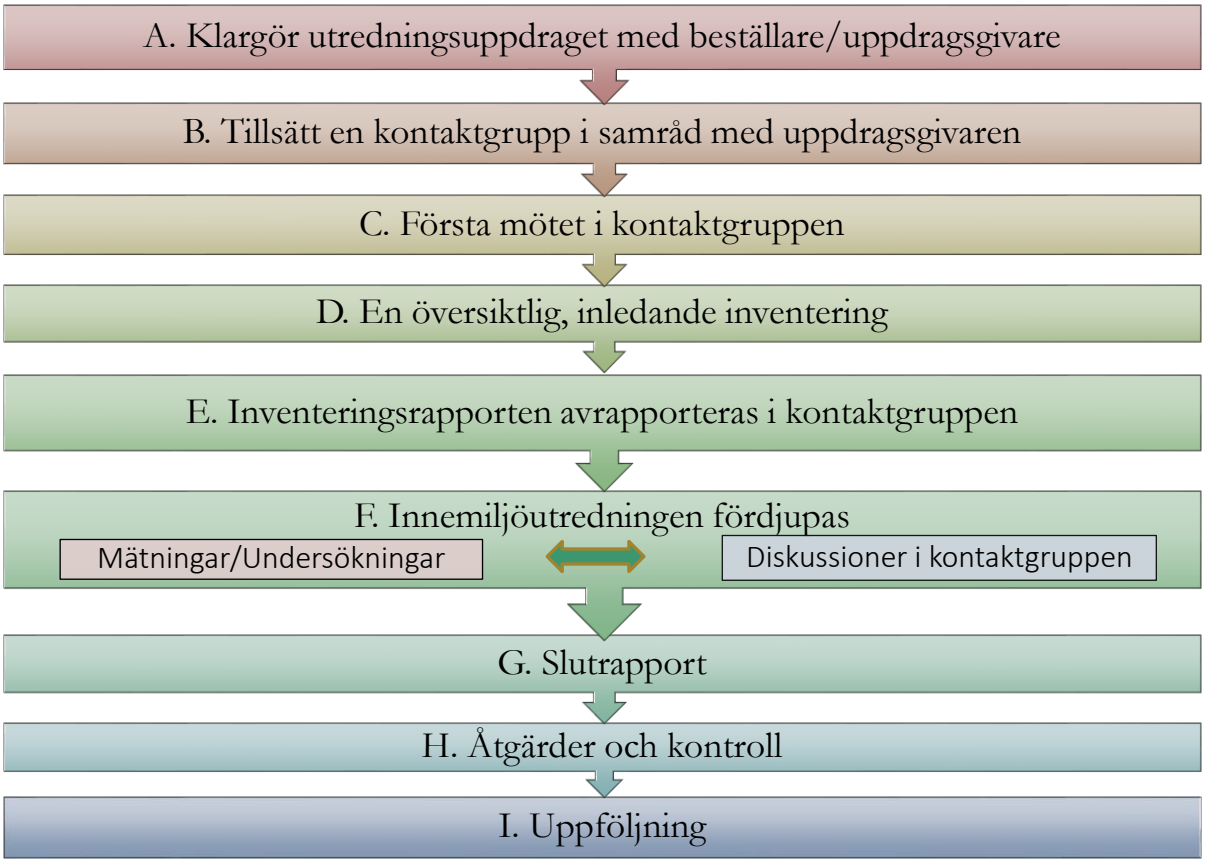
Arbetsgruppens uppfattning är att antalet innemiljöutredare som uppfyller ovanstående krav är ganska begränsat och att det därför finns ett stort behov av en allsidig utbildning och även någon typ av auktorisation inom området. SWESIAQ-modellen synliggör de krav som beställarna har rätt att ställa på en innemiljöutredare. Arbetsgruppens förhoppning är att detta på sikt kommer att leda till förbättrad kvalitet på innemiljöutredningarna.

Figur 1. Ser det ut så här i krypgrunden?

Figur 2. Så här kan fuktpåverkat golvlim se ut

2. ARBETSGÅNG VID EN INNEMILJÖUTREDNING

I figur 3 presenteras en översikt över den generella arbetsgången vid en innemiljöutredning enligt SWESIAQ-modellen. Här följer en genomgång av utredningens olika steg.



Figur 3. Arbetsgång vid en innemiljöutredning enligt SWESIAQ-modellen

A. Klargör utredningsuppdraget med beställare/uppdragsgivare

SWESIAQ-modellen utgår från besvär som brukarna kopplar till byggnaden. Det krävs alltså att en eller flera brukare ska uppleva innemiljöproblem. Besvären bör också avta mer eller mindre snabbt när brukaren/brukarna lämnar byggnaden men återkomma när man återvänder. Kroniska sjukdomar som misstänks orsakade av innemiljön, t.ex. lungcancer av radon eller asbest, utreds inte enligt SWESIAQ-modellen. Det förutsätts också att fastighetsägaren eller arbetsgivaren redan undersökt men inte kunnat finna någon uppenbar orsak till innemiljöproblemen.

Uppdraget för en innemiljöutredning enligt SWESIAQ-modellen är alltid:

- att utreda orsakerna till innemiljöproblem i den aktuella byggnaden, i första hand orsaker relaterade till byggnaden eller aktiviteter i byggnaden
- att föreslå åtgärder i syfte att eliminera eller minska innemiljöproblemen

I uppdragsbeskrivningen ska dessutom anges att utredningen ska bedrivas enligt SWESIAQ-modellen. Detta innebär bl.a. att under den inledande, översiktliga inventeringen (som inte är särskilt kostnadskrävande) får uppdragsgivaren inte styra utredningen åt något visst håll. Inledningsvis måste innemiljöutredaren alltid kunna arbeta förutsättningslöst och undersöka *alla* tänkbara orsaker (fig. 5) – trots att misstankarna kanske är riktade åt något visst håll.

Det kan finnas olika skäl till att uppdragsgivaren vill anlita en duktig innemiljöutredare. Man kan t.ex. vilja veta om byggnaden uppfyller lagstadgade minimikrav inom något område eller

undersöka om det förekommer/förekommit fuktskador. Men om uppdragsgivaren vill lägga sådana begränsningar på utredningen är det inte längre en utredning enligt SWESIAQ-modellen.

B. Innemiljöutredningen styrs av en kontaktgrupp

En kontaktgrupp bildas inledningsvis av uppdragsgivaren efter samråd med innemiljöutredaren. I kontaktgruppen ska förutom utredare och uppdragsgivare alltid ingå representanter för brukare. Övriga deltagare bestäms av utredningens storlek och komplexitet. Det är lämpligt att uppdragsgivaren – dvs. den som är ansvarig för innemiljön och måste fatta de avgörande besluten – även är ordförande i kontaktgruppen.

Genom kontaktgruppen får brukarna möjlighet till insyn i utredningen och olika intressen/synpunkter kan tas tillvara. Utredningen bör bedrivas med ödmjukhet. Problemen kan vara komplexa och allas erfarenheter är viktiga.

Givetvis bör inte kontaktgruppen vara så stor att den blir svårhanterlig. Vid utredning av en enfamiljsvilla består kontaktgruppen kanske bara av villaägaren och utredaren. Beroende av utredningens komplexitet och om det handlar om en arbetsplats respektive bostad/bostäder kan exempelvis följande personer ingå i en kontaktgrupp:

- Fastighetsägarrepresentanter (här kan även ingå driftsansvariga)
- Arbetsgivarrepresentanter (på en arbetsplats)
- Representanter för brukarna (bl.a. skyddsombud, fackombud, hyresgästföreningen)
- Innemiljöutredaren, ibland även medicinsk kompetens
- Företagshälsovården (på en arbetsplats)
- Myndighetsrepresentanter (arbetsmiljöinspektör, hälsoskyddsinspektör)
- Representant för försäkringsbolag (särskilt i enfamiljsbostäder)

Genom att protokollföra mötena så att utredningens olika delar finns i skriftlig form, ökar möjligheterna till insyn. Brukare med besvär men som inte deltar i kontaktgruppen kan följa utredningens förlopp. Osäkerheten minskar om vad som egentligen sagts och beslutats.

C. Första mötet i kontaktgruppen

Det är bra om gruppen träffas så tidigt som möjligt, helst innan innemiljöutredaren varit på plats och hunnit skaffa sig en uppfattning om problemen. Det är viktigt att innemiljöutredaren tidigt får höra åsikterna hos brukare och fastighetsrepresentanter, bl.a. för att kunna fokusera sina insatser åt rätt håll. Under detta första möte är det lämpligt med en första genomgång av de grundläggande uppgifter som krävs för inventeringen (Avsnitt 3): Fastighetsägaren redovisar kända uppgifter om byggnadskonstruktion och byggnadshistorik, tidigare rapporterade innemiljöproblem, tidigare utredningar och åtgärder. Representanter för brukare eller företagshälsovård redovisar besvärsutbredning och besvärshistorik, eventuell arbetsgivare redovisar verksamheter i lokalerna.

D. En översiktlig inventering som ger överblick

Efter det första mötet i kontaktgruppen riktas ofta misstankarna åt något visst håll. Men det är ändå viktigt att alltid göra en *förutsättningslös* och *översiktlig inventering av alla faktorer som kan ha betydelse*. Denna inventering får inte vara tids- och kostnadskrävande, något som innebär att det normalt inte görs ingrepp i konstruktioner eller tidskrävande analyser. De uppgifter som kommer fram vid inventeringen noteras i en *inventeringsrapport*. I inventeringsrapporten specificeras också all information som är önskvärd för utredningen men som inte gått att få fram på ett enkelt sätt. Inventeringsrapporten skrivs enligt en *standardiserad mall* (fig. 6).

Den översiktliga inventeringen är en mycket viktig del av SWESIAQ-modellen. Man behöver från början skaffa sig en så allsidig bild av problematiken som möjligt. Annars riskerar man att lägga ned stora resurser på att utreda något som till slut visar sig inte vara relevant för innemiljöproblemen. Den översiktliga inventeringen beskrivs närmare i Avsnitt 3.

E. Inventeringsrapporten avrapporteras i kontaktgruppen

Innemiljöutredaren redogör för inventeringsrapporten inför kontaktgruppen och lägger fram förslag till fortsatt utredning och/eller sådana enkla åtgärder som bedöms uppenbart lämpliga. Efter diskussion beslutar uppdragsgivaren om fördjupad utredning och/eller åtgärder.

F. Innemiljöutredningen fördjupas

Den fortsatta arbetsgången kommer att skilja sig mycket mellan olika utredningsobjekt. I normalfallet kommer det att krävas en eller flera delutredningar innan utredaren fått fram all nödvändig information. Syftet med varje delutredning bör kunna *motiveras* utifrån inventeringsrapporten eller utifrån vad som kommit fram i en tidigare delutredning. Det är viktigt att även delutredningarna dokumenteras och presenteras för kontaktgruppen som på så sätt håller sig uppdaterad hela tiden och kan påverka utredningsförloppet.

G. Slutrapport

Slutrapporten bör innehålla motiverade åtgärdsförslag, gärna flera alternativa förslag. I vissa enkla fall kan man tänka sig att redan inventeringsrapporten kan fungera som slutrapport. I så fall är orsakerna uppenbara för innemiljöutredaren redan efter det första besöket, eventuellt kompletterad med en mindre undersökning. Slutrapporten bör ställas upp på samma sätt som inventeringsrapporten (E). Slutrapporten bör också innehålla rekommendationer om hur åtgärderna kontrolleras och hur uppföljningen bör ske (H och I).

H. Åtgärder och kontroll

Det är en stor fördel om innemiljöutredaren även kan anlitas för att kontrollera att åtgärderna verkligen blir de som innemiljöutredaren avsåg.

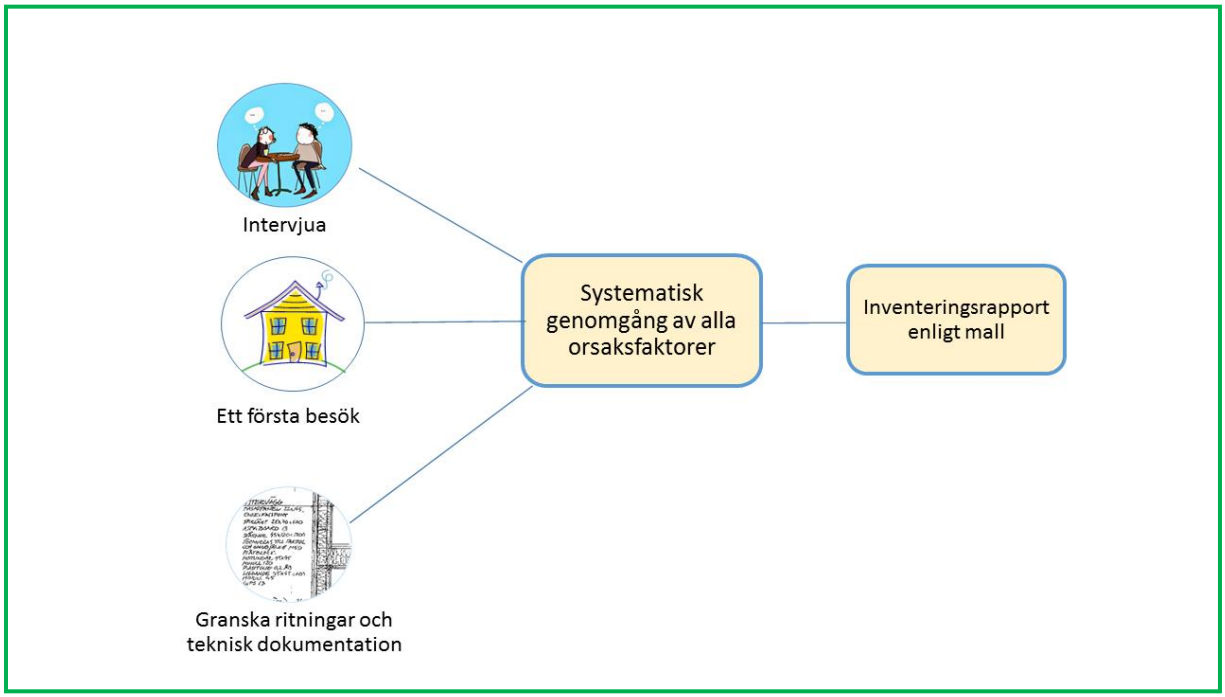
I. Uppföljning

Särskilt vid utbredda innemiljöproblem och vid omfattande åtgärder är det viktigt med en uppföljning av att åtgärderna fått bra effekt så att innemiljöproblemen upphört eller åtminstone reducerats. Detta görs lämpligen med enkäter (eller intervjuer om det handlar om enstaka personer) före och efter åtgärder. Lämplig tidpunkt för uppföljningen kan variera beroende på problemens art. Brukarna har ofta en begriplig önskan att så snart som möjligt få veta om åtgärderna haft effekt. För att veta om förbättringarna är varaktiga måste man å andra sidan vänta. Det kan därför vara lämpligt med en kombination av tidig (några veckor) och sen (½-1 år) uppföljning. Om besvären förekommit under relativt kort tid, om de helt går över när brukarna lämnar byggnaden och helt försvunnit efter åtgärder, kan man anta att problemet har åtgärdats. Men man bör för säkerhets skull komplettera med en sen uppföljning. Personer som har mer långdragna besvär och som inte heller helt går över när de lämnar byggnaden är svårare att bedöma. För sådana personer kan det krävas både en individuell uppföljning och individuella, kompletterande åtgärder. Att vissa brukare inte blir besvärsfria behöver inte alltid betyda att de generella åtgärderna har varit felaktiga eller otillräckliga

Uppföljningen kan också bestå av vissa tekniska mätningar, t.ex. av luftflöden, temperaturer och fukthalter som följs upp genom ny mätning efter åtgärd. Luftanalyser kräver stor noggrannhet, anlitande av samma laboratorium och samma mät- och analysteknik före och efter åtgärd. Man måste också kunna bekräfta att källan till den luftförorening som mäts verkligen reducerats avsevärt genom åtgärderna.

Efter uppföljningen bör kontaktgruppen sammankallas på nytt och man diskuterar om åtgärderna haft avsedd effekt, dvs. innemiljöproblemen minskat tillräckligt mycket. Om inte kan man behöva gå vidare med ytterligare utredningar.

3. DEN INLEDANDE, ÖVERSIKTLIGA INVENTERINGEN



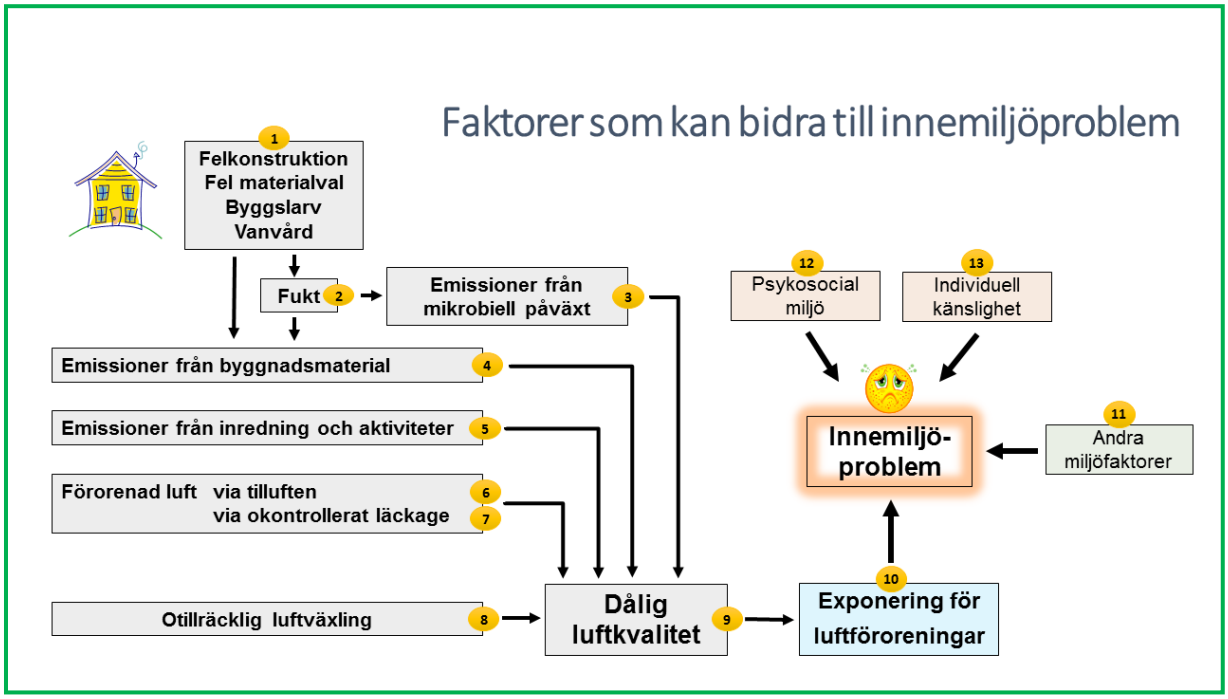
Figur 4. Den inledande, översiktliga inventeringen

En översikt över inventeringens olika delar visas i figur 4. Syftet är att på *kort tid* och *utan stora kostnader* göra en *översiktlig* men *heltäckande* genomgång av alla de viktiga faktorer (fig. 5) som brukar ha betydelse för innemiljöproblem. I inventeringen ingår ett första besök i byggnaden men även granskning av ritningar/teknisk dokumentation och personintervjuer.

Vid inventeringen tar man fram den lätt tillgängliga delen av all information som bedöms nödvändig för en heltäckande problembeskrivning:

- Besvärsbeskrivning och besvärshistorik
- Byggnadsbeskrivning och byggnadshistorik
- Tidigare innemiljöproblem, utredningar och åtgärder
- Systematisk genomgång av viktiga orsaker till bristande luftkvalitet (1-8 i fig. 5)
- Genomgång av andra tekniska miljöfaktorer än luftkvalitet (11 i fig. 5)
- Översiktlig bedömning av psykosociala miljöfaktorer (12 i fig. 5)

Alla uppgifter dokumenteras i en *inventeringsrapport* som följer en *standardiserad mall* (fig. 6). I rapporten redovisas inte bara alla tillgängliga uppgifter, utan även vilka data som inte varit lättillgängliga men ändå bedöms viktiga för utredningen. Innemiljöutredaren sammanfattar och föreslår fortsatta utredningar eller åtgärder. På följande sidor redovisas de olika delar som ska ingå i inventeringen.



Figur 5. Faktorer som kan bidra till brukarnas innemiljöproblem. Siffrorna hänvisar till motsvarande avsnitt i texten.

Besvärsbeskrivning och besvärshistorik

Det är viktigt att lyssna noga på de som har besvär för att inte utredningen ska hamna snett redan från början. Brukarna har viktiga kunskaper som måste tas tillvara. Innemiljöutredaren bör lyssna på brukarnas beskrivningar med stor respekt och förståelse – det är ju deras besvär som är orsak till utredningen. Samtidigt måste gränserna vara tydliga mellan vad som är en teknikers ansvar och vad som är en läkares ansvar. Teknikern får inte ge sig in på medicinska tolkningar (Bilaga 3), utan ska koncentrera sig på att samla in följande övergripande uppgifter:

- Vilka typer av besvär (översiktligt, inga detaljer) upplever brukarna?
- Hur många personer har besvär?
- I vilka delar av byggnaden/byggnaderna upplevs besvären som starkast?
- När uppträder de olika besvären? Förekommer de en viss tid under året, under vissa veckodagar, under vissa tider på dygnet?
- Försvinner besvären när brukaren lämnar byggnaden?
- Finns det kopplingar till byggnadshistoriken (se nedan)?

I mindre byggnader är det tillräckligt att intervjua brukarna. I större byggnader kan en enkät, t.ex. Örebroenkäten [2] , ge en bra överblick.

Om utredaren bedömer att det är önskvärt med enkätundersökning eller läkarkontakt för vissa brukare (OBS! sekretess, inga namn får nämnas) bör detta noteras i inventeringsrapporten. Särskilt om besvären är allvarliga eller utbredda bör innemiljöutredaren föreslå en mer noggrann besvärsutredning i samråd med läkare. Det är också viktigt att innemiljöutredningen aldrig får uppfattas som en ersättning för brukarnas eventuella behov av läkarkontakt och individuell medicinsk bedömning.

Byggnadsbeskrivning och byggnadshistorik

Beskriv de delar av byggnadens konstruktion som kan ha betydelse för innemiljöproblemen. Ange källan till uppgifterna – t.ex. byggnadsritningar, uppgifter från fastighetsägare eller brukare. *Men observera att man inte alltid kan lita på att ritningar och beskrivningar stämmer!* Ta fram följande uppgifter där det är relevant för utredningen:

- Typ av grundläggning, vägg- och takkonstruktion.
- De olika skikten i golv, väggar och tak – inifrån och ut.
- Ventilationssystemets funktion i stora drag.
- Byggnadsår och tidpunkter för händelser som kan ha betydelse för besvären, t.ex. ombyggnationer eller renoveringar, ändrat ventilationssystem, ny fasad, ny inredning, ny verksamhet, vattenskador/regnläckage/avloppsstopp, ändrad verksamhet i lokalerna, brand och annat som kan påverka innemiljön.
- Tidigare innemiljöproblem, utredningar och åtgärder.

Ange vid inventeringen vilka ytterligare uppgifter som är önskvärda. Exempel på vanliga typer av riskkonstruktioner som man bör se upp med finns i Bilaga 1.

Ett första besök i byggnaden

Ett besök i byggnaden är givetvis en självklarhet redan under den översiktliga inventeringen. Lukter och synintryck, samtal med brukare och fastighetsrepresentanter samt enklare mätningar ger bra inkörsportar för utredningen. Det är då viktigt att man inte glömmer några detaljer. Här följer en lista över uppgifter som måste tas fram som grund för den fortsatta utredningen.

Lukter

Glöm inte att bedöma lukter direkt när du stiger in i byggnaden. Ett oförstört luktsinne – det första luktintrycket – kan säga mycket. Beskriv lukter och allmän upplevelse av luftkvaliteten. Förekommer kemiska lukter, mikrobiella lukter, verksamhetsrelaterade lukter? Känns luften instängd? Notera lukter som du upplever i olika rum och på olika platser: i golvvinklar, under golvmattor, vid luckor osv. Fråga brukarna om vilka lukter de upplever.

Tala med brukare och fastighetsägarrepresentanter

Du bör ha fått en översiktlig bild av problemet redan vid kontaktgruppens första möte men här finns en möjlighet att fördjupa bilden på plats i samtal med brukare och fastighetsägare:

- Besvärsutbredning och besvärshistorik
- Upplever brukarna några lukter på speciella platser eller vid speciella tidpunkter?
- Vilka verksamheter förekommer i byggnaden
- Byggnadshistoriken
- Har brukare/fastighetsägare några teorier om möjliga orsaker till problemen?
- Lyssna av det psykosociala klimatet bland brukarna, genom en allmän, neutral fråga, t.ex.: ”Eftersom stress kan ha betydelse för de här problemen, tror du att det kan finnas någon sådan faktor som har betydelse hos er?”

Okulär besiktning och enklare mätningar

Beskriv allt anmärkningsvärt som du noterar med dina sinnen när du går runt i byggnaden. Glöm inte att besöka källare, krypgrund, vind, fläktrum och andra undangömda utrymmen. Enklare mätningar med direktvisande instrument kan vara lämpliga vid det första besöket.

En systematisk genomgång av alla vanliga orsaksfaktorer

I alla skeden av utredningen: vid kontaktgruppens första möte, vid det första besöket i byggnaden och i den fortsatta utredningen bör innemiljöutredaren ha figur 5 i minnet. Figuren visar de olika typer av orsaksfaktorer som kan ha betydelse för brukarnas innemiljöproblem. Utredaren måste försöka skaffa sig en uppfattning om samtliga av dessa och gå igenom dem systematiskt. Bilaga 1 ger viktiga *exempel* på vad som bör undersökas för att kunna bedöma faktorerna 1-13 i figur 5. Men observera att det är omöjligt att skriva heltäckande checklistor för alla typer av brister och orsaksfaktorer som kan ha betydelse för innemiljöproblem. Innemiljöutredarens teoretiska kunskaper och erfarenhet går inte att ersätta med checklistor. Det krävs t.ex. kunskaper om byggnadskonstruktioner, fuktmekanik och luftströmningsteknik – kunskaper som ska kunna tillämpas under hela utredningen. För ett bra resultat krävs dessutom att utredaren har slutledningsförmåga och fantasi.

När det gäller den psykosociala miljön och den individuella känsligheten (12 och 13 i fig. 5) är utredaren normalt inte kompetent att göra en korrekt bedömning men måste däremot kunna veta när det är särskilt angeläget att koppla in medicinsk och/eller psykosocial expertis.

Den viktiga inventeringsrapporten

Alla data som kommer fram under den översiktliga inventeringen rapporteras i en inventeringsrapport som diskuteras inom kontaktgruppen och ligger till grund för den fortsatta utredningen. Inventeringsrapporten utformas enligt mallen i figur 6. Mallen innehåller de *rubriker som är obligatoriska* i rapporten. Ingen av rubrikerna i mallen får utelämnas och innemiljöutredaren måste under varje rubrik redovisa sin bedömning av förhållandena och relevansen för utredningen. Orsaksfaktorer som inte bedöms relevanta kan avfärdas med en kort motivering. Innehållet i det som skrivs kommer att styras av: lokala förhållanden, objektets storlek och komplexitet samt utredarens intresse, resurser och kompetens.

Eftersom den översiktliga inventeringen genomförs under begränsad tid och med begränsade resurser är det viktigt att under varje rubrik också *ange vilka relevanta fakta som saknas* – dvs. vad som behöver utredas vidare. Inventeringsrapporten är – till skillnad mot slutrapporten – inget dokument där man tror sig ha svaret på problemen. Den visar istället på alla informationsbrister som finns i utredningens inledningsskede.

Några exempel på vad som kan stå i en inventeringsrapport:

- Det saknas ritningar över ytterväggskonstruktionen
- Varifrån kommer den egendomliga lukten i ett hörn?
- Det går inte att öppna luckan till krypgrunden
- Kan det finnas fukt i det uppreglade golvet?
- Uteluftintaget är inte åtkomligt
- Man skulle behöva krypa igenom hela vinden för att se om taket läcker
- Hur rör sig luften i huset?
- Vad finns under plastmattan? osv.

Inventeringsrapporten avslutas med att utredaren värderar, prioriterar och föreslår fördjupad utredning – eventuellt även enkla åtgärder – inom de områden som bedömts viktiga. Som underlag för diskussionerna i kontaktgruppen kan det kan bli nödvändigt att rangordna och kostnadsuppskatta olika typer av åtgärder.

Allmänna uppgifter

Objektets/Byggnadens namn och adress
Uppdragsgivarens namn och kontaktuppgifter
Ansvarig innemiljöutredares namn och kontaktuppgifter

Uppdraget

Kort beskrivning av problemen
Uppdragsformulering (ordagrant)
Kontaktgrupp (namn, funktion inom gruppen)

Allmänna data

Besvärsbeskrivning och besvärshistorik
Byggnadsbeskrivning och byggnadshistorik
Eventuella tidigare utredningar som gäller objektet

Noteringar vid ett första besök

Besiktningsdatum
Lukter
Okulära iakttagelser
Verksamheter som bedrivs i objektet

Systematisk genomgång av tekniska orsaksfaktorer:

Fukt i byggnadsmaterial
Emissioner från mikrobiell påväxt
Emissioner från byggnadsmaterial
Emissioner från inredning och aktiviteter
Föroreningar via tilluften
Föroreningar via okontrollerat inläckage
Otillräcklig luftväxling
Andra miljöfaktorer

Sammanfattning av data och innemiljöutredarens bedömning

Förslag till vidare utredning och/eller åtgärder

Daterad underskrift

Figur 6. Mall för inventeringsrapport

Bilaga 1. Systematisk genomgång av viktiga orsaker till innemiljöproblem

1. Byggnadskonstruktionen

Figur 7. Exempel på konstruktionsdetaljer som kan vara viktiga att kontrollera på ritningar och i verkligheten

Grundläggning

- Dräneringslager och markisolering
- Golvisoleringen vid platta på mark? Under eller över?
- Utvändigt fuktskydd och vattenavledning från huset.
- Fuktbelastning på utvändig sockel. Läge och fuktskydd av syll.

Krypgrund

- Plastfolie på mark. Ren markyta.
- Fritt stående eller inträngande vatten.
- Synligt fuktpåverkade material i trossbotten.
- Ventilering och klimat i krypgrunden.

Källare

- Invändigt isolerade eller klädda väggar och golv.
- Täta eller fuktkänsliga golvmaterial.
- Synligt fuktpåverkade ytmaterial.
- Lägre temperatur i källaren än i huset.

Entréer

- Tillräcklig avtorkningszon.
- Fuktinträngning vid terrassdörrar, entréer.
- Olämpliga och emitterande entrémattor.

Vindar

- Synlig missfärgning av undersida yttertak.
- Oåtkomliga vindsutrymmen, parallelltak.
- Otätheter mot vistelsemiljön.

Tak

- Funktion på avvattning via hängränna och stuprör.
- Låglutande tak, invändiga stuprör, terrassbjälklag, snöfickor etc.

Golv

- Mellanbjälklag: fyllning, konstruktion?
- Övergolvskonstruktioner på betong.
- Synliga bubblor, knutor i golvbeläggningen, mattsläpp, missfärgningar etc.
- Högemitterande golvbeläggningar.
- Dubbla golvbeläggningar. Ny matta limmad på äldre.
- Äldre textilmattor.
- Felbehandlade eller slitna linoleummattor som påverkas av städvatten.
- Olämpliga val av golvbeläggning vid entréer, köksmaskiner.
- Slitage, städvatten etc.
- Städskador av fuktinträngning utmed mattkant och socklar.
- Dålig funktion hos ventilerade golv.

Ytterväggar

- Riskmaterial: tryckimpregnerat trä, asfaboard, äldre pappskikt.
- Enstegstätade ytterväggskonstruktioner.
- Invändigt isolerade betong-, lättbetong och murverkskonstruktioner.

Fönster

- Fuktpåverkade material invändigt i smyg och fönsterbänk.
- Otätheter utvändigt hos fogning, fönsterbleck etc.
- Inläckage i fönsterbröstning.
- Kondens invändigt på fönster.

Våtrum

- Synliga skador av mattsläpp, sprickor, missfärgningar på väggar och golv.
- Synliga skador kring golvbrunn, blandare eller infästningar i duschplats.
- Otillräcklig frånluftsventilation.

Ett exempel på checklista att använda för att hitta konstruktionsbrister finns i figur 7 på föregående sida. Men det är som nämnts omöjligt att ta fram heltäckande checklistor. Erfarna innemiljöutredare känner till flera typer av byggnadskonstruktioner som brukar orsaka innemiljöproblem. Det kan handla om misstag redan på ritningsstadiet, om felaktiga materialval (t.ex. material som inte tål fukt men som monterats på fuktutsatta platser) och om slarv vid byggnationen. Det kan också handla om att byggnaden inte underhållits och vårdats på ett bra sätt, t.ex. trasiga takpannor eller linoleummattor som är felskötta. En del av detta kan innemiljöutredaren notera vid ritningsgranskning, en del syns också vid besök i byggnaden. I många fall kan man vid ritningsgranskningen se att byggnaden är en riskkonstruktion för fukt. Men för att verkligen veta om konstruktionen är fuktskadad blir man sedan ofta tvungen att öppna upp för att veta hur den ser ut inuti (fig. 9). Håltagningen ingår normalt inte i den översiktliga inventeringen och en fuktindikator är inte tillräcklig för en korrekt bedömning.

Vid en enkät till innemiljöutredare 2008 visade sammanställningen att fukt, särskilt från golv, mark och väggar bedömdes vara den klart viktigaste orsaken till innemiljöproblem. Klimatproblem (kyla, värme, drag) samt otillräcklig luftväxling låg också ganska högt på listan [3].

2. Fukt i byggnadsmaterial

Som nämnts är fukt en mycket vanlig orsak till innemiljöproblem. Några välkända orsaker till fuktskador i olika typer av byggnader är grundläggning med torpargrund/krypgrund (se fig. 1), gjuten bottenplatta med ovanliggande isolering och golvmattor som limmats på fuktig betong eller lim som inte kunnat torka (se fig. 2). Är något av detta aktuellt i byggnaden? Granska ritningar och bedöm vilka byggnadsdelar som är särskilt fuktutsatta. Gör en översiktlig genomgång av byggnaden med *fuktindikator* inom misstänkta områden. Här är några exempel på platser som är särskilt intressanta att undersöka med fuktindikator:

Kring golvbrunn och blandare i våtrum.	Nederkant utsida vägg i duschplats.
Limmade golvbeläggningar.	Kring fönster och dörrar
Ytskikt på vägg och golv i källare.	Toalett, badrum, tvättstuga
Kök	Städutrymmen
Expansionskärl	Kylar, frysar

Många byggnadsdelar går inte att mäta med fuktindikator och det är viktigt att känna till instrumentets begränsningar. I vissa utrymmen kan det även vara intressant att mäta relativ luftfuktighet (se fig. 12).

Vid första besöket handlar det inte om att kunna lokalisera all fukt i byggnaden men man bör kunna avfärda eller inrikta misstankar mot vissa områden. Fundera runt ev. kopplingar till lukter, okulär besiktning, riskkonstruktion, ventilation, noteringar om kondens mm. I referenslistan finns beskrivningar av hur man letar efter fukt i en byggnad [4] [5]. Den stora finska fukt- och mögelskadesatsningen *Hometalkoot* har en hemsida som (bl.a. på svenska) visar fuktskaderisker med hus från olika tidsperioder och innehåller även videofilmer om var man bör leta efter fuktskador [6].

Figur 8. Kall rök visar kraftigt inläckage via golvet

Figur 9. Mögelpåväxt på utvändig gipsskiva

3. Emissioner från mikrobiell påväxt

En viktig anledning till att fukt orsakar innemiljöproblem är troligen den mikrobiella påväxt som uppstår på nästan alla material som varit fuktiga under en viss tid. Att leta efter mikrobiell påväxt handlar alltså till stor del om att leta efter fuktiga byggnadsdelar. Men mikrobiella processer (och även kemiska processer) kan troligen orsaka problem även om konstruktionen skulle torka. Därför är det viktigt att också bilda sig en uppfattning om byggnadshistoriken. Tidigare vattenläckage som åtgärdats bristfälligt kan t.ex. betyda att det finns kvar områden med intorkad mikrobiell påväxt. Den viktiga miljöfaktorn mikrobiell påväxt behandlas mer utförligt i SWESIAQ:s Råd för utredning av mikrobiell påväxt i byggnader [7].

4. Emissioner från byggnadsmaterial

Byggnadsmaterial kan avge/emittera luftföroreningar till inomhusluften utan att vara fuktiga. Den tekniska utvecklingen leder till att ständigt nya byggmaterial tas fram och att byggmaterialens kemiska sammansättning förändras. Det är inte alltid säkert att hälsoeffekterna är tillräckligt kända innan nya material tas i bruk. I försök att minimera de kända riskerna för hälsa och omgivningsmiljö har olika dokumentationssystem tagits fram för att redovisa innehållet i byggmaterial – Byggvarudeklarationen, BASTA och Sunda Hus. Genom dessa kan det ibland vara möjligt att ta reda på sammansättning hos byggmaterial av kända fabrikat och därigenom förutse vilka luftföroreningar som emitteras. Man bör dock vara medveten om att systemen inte alltid ger fullständig information. En annan möjlighet kan vara att kontakta tillverkaren.

Från mineralullsisolering som ligger öppet i kontakt med inomhusluften kan irriterande fibrer lossna om isoleringen är utsatt för vibrationer eller luftrörelser. Luftburna fibrer är exempel på en *partikulär luftförorening*. Men det är nog vanligare att flyktiga ämnen i *gasform* emitteras från olika byggnadsmaterial. Ämnena kan lukta och irritera men så länge hälsorelaterade riktvärden saknas är det ofta svårt att direkt fastställa att emissionerna från ett visst byggnadsmaterial är orsak till innemiljöproblemen.

Några exempel på emissioner i gasform från byggnadsmaterial

De flesta byggnadsmaterial avger luftföroreningar i lägre eller högre grad, s.k. egenemissioner/primära emissioner. Trämaterial innehåller naturligt flyktiga *terpener* (huvudsakligen alfapinen och 3-caren samt även limonen) som emitteras till inomhusluften, särskilt från fuktiga material. Terpenerna kan sedan reagera med ozon som tas in via ventilationssystemet så att nanopartiklar (ultrafina partiklar) bildas (sekundärt bildad organisk aerosol). Material som innehåller naturligt trä, t.ex. linoleummattor, emitterar också dessa ämnen. Även aldehyder och alkoholer kan emitteras från olika trämaterial. ”Exotiska trämaterial” som kan används till

inredning, t.ex. väggar och golv, kan innehålla andra typer av flyktiga ämnen. Egenemissioner förekommer även från färger, lacker, primers, limmer och fogmassor, som torkar genom att olika lösningsmedel avdunstar. Torkprocessen kan också innebära att det sker kemiska reaktioner där de ingående ämnena reagerar med t.ex. luftfuktighet, luftsyre eller andra ämnen, som finns i produkten. Även i dessa fall kan luftföroreningar avges, s.k. sekundära emissioner.

Klorfenoler användes tidigare, fram till slutet av 70-talet, som impregnering av fuktutsatta byggnadskonstruktioner, t.ex. syllar. De avger *kloranisoler*, ämnen med en mögelliknande lukt.

Ofta används *polymera material* i t.ex. golvbeläggningar, fuktspärrar etc. Med polymert material menas att materialet är uppbyggt av ett stort antal mindre molekyler – monomerer – som bundits till varandra till ett fast material, t.ex. en plastfolie, en golvbeläggning eller en fuktspärr. Inte alla monomerer binds utan det förekommer normalt, särskilt i nya material, fria monomerer som kan emitteras till inomhusluften.

Som värmeisolering används ofta cellplast/skummad *polystyren* (frigolit), som kan avge monomeren styren. Styren kan antingen avges under själva polymerisationsprocessen och finnas kvar i nytillverkad cellplast eller frigöras när den bryts ner av solljus och värme. Andra vanliga isoleringsmaterial består av skivor av glasull eller stenull. Till produkterna tillsätts ett *harts* för att hålla ihop fibrerna. Ju hårdare skivor, desto mer harts ingår i produkten. Dessa hartser kan brytas ner i fuktig miljö och då ofta avge ämnen som kan ge lukt, något som ofta missbedöms som ”mögellukt”.

Cementbaserade produkter t.ex. betong och spackel, har ofta tillsatser, bl.a. polymera material, som ska ge slutprodukterna vissa egenskaper. Motsvarande monomerer kan då emitteras. Föroreningar och tillsatser kan även komma från produktionen. Ammoniak kan t.ex. avges från cementinnehållande produkter. Fuktiga cementprodukter får ofta mycket höga pH-värden. I kontakt med andra byggnadsmaterial, t.ex. när man limmar en plastmatta mot betongen, kan det höga pH-värdet i kombination med fukt orsaka kemiska sekundärreaktioner, t.ex. *hydrolys*. Dessa reaktioner ger i sin tur upphov till sekundära emissioner. Vanliga ämnen som avges från plastmattor som limmats mot betong/spackel är 2-etyl-hexanol och 1-butanol.

5. Emissioner från inredning och aktiviteter

En del av brukarnas aktiviteter, hobbyer eller vanor – dvs. de sätt som brukarna använder byggnaden på – kan leda till emissioner, både i partikel- och gasform. Därför är det viktigt att innemiljöutredaren även tar hänsyn till dessa typer av luftföroreningskällor. Här följer en lista över aktiviteter som är kända källor till luftföroreningar.

I bostäder och på arbetsplatser: Används luftfräschare/luktdöljare, luftfuktare, ozongeneratorer eller luftrenare av olika typer? Hur sköts dessa? Ozon är en kraftfull oxidant som kan initiera många typer av kemiska reaktioner i innemiljön där reaktionsprodukterna kan ha irriterande egenskaper. Apparater som alstrar ozon i innemiljön kan därför starkt ifrågasättas. Förekommer kopiatorer, skrivare, 3D-skrivare? Hur städar man, används onödigt mycket vatten eller städkemikalier? Eller är städningen otillräcklig så att damm samlas? Har man nyligen bytt möbler eller inredning? Har man nyligen målat om?

I bostäder: Används rökelse, stearinljus, oljelampor eller etanoldrivna eldstäder? Omfattande matlagning utan effektivt fungerande köksfläkt? Röker brukarna inomhus (gäller även e-cigaretter och vattenpipor)? Olika hobbyer som målning, snickeriarbete, lödning? Förvaring av kemikalier, t.ex. färger och lösningsmedel? Husdjur och växter?

På arbetsplatser: Förekommer upplagring av olika material – papper, kartong, färger, lösningsmedel, andra kemikalier? Luftföroreningsalstrande utrustning och verksamhet (personalrum

med matlagning, kopiatorer, skrivare, 3D-skrivare mm.) bör placeras i separata rum med tillräcklig frånluftsventilation. Är städrutinerna anpassade till typ av golvbeläggning?

Figur 10. Ibland är parfymer en orsak till att vissa personer mår dåligt

6. Förorenad luft via tilluften

Luften som tillförs inomhusmiljön ska förstås vara ren och frisk, men det är inte alltid så. Problem kan t.ex. uppstå om avluft släpps ut allt för nära uteluftsintaget. Om och hur mycket förorenad luft som då återförs via tilluften beror ofta starkt på vindens riktning och styrka. Andra föroreningskällor kan vara öppningar för luftning av avlopp. Tänk på att det inte nödvändigtvis handlar om det egna huset; det kan vara fråga om föroreningsutsläpp från grannfastigheten. Hus som är belägna i trafikerade miljöer är speciellt utsatta och det spelar då stor roll var luftintaget är placerat. Vid luftintag på låg nivå över gatan kan halten avgaser bli avsevärt högre än vid luftintag på taket. I system med mekanisk tilluft spelar filtrens kvalitet och skick (se fig. 11!) stor roll för möjligheten att skydda innemiljön (och tilluftskanalerna) från exempelvis sotpartiklar från dieselfordon. Filter av klass F7 och högre har betydligt bättre förmåga att fånga upp småpartiklar – under förutsättning att de är hela och korrekt installerade så att det inte läcker ofiltrerad luft förbi filtret. Finns möjlighet till återföring av förorenad luft via roterande värmeväxlare? När byttes filtren senast? En arbetsgrupp inom SWESIAQ har tagit fram ”Råd vid utredning av ventilationssystem i byggnader med innemiljöproblem” [8]. Dokumentet behandlar mer detaljerat faktorerna 6, 7 och 8 i figur 5.

7. Förorenad luft via okontrollerat läckage

Om byggnadsskalet är otätt, t.ex. vid fönster, och om det råder undertryck inomhus jämfört med ute, så kommer uteluft att läcka in i huset. Det kan även vara fråga om otäta konstruktionsdelar som skiljer olika utrymmen i huset åt. Genom sådana interna läckagevägar kan vistelsezonen tillföras luft från krypgrund, garage, trapphus, sopschakt, grannlägenheter etc. Ju större tryckskillnad, desto större läckage och i otäta konstruktioner kan läckaget bli betydande. Räkna med att undertrycket i huset är större på de nedre våningsplanen jämfört med högt upp i huset (pga. termiska stigkrafter – varm luft stiger uppåt). Läckage kan studeras med hjälp av rökvisualisering (fig. 8). Eventuellt kan en värmekamera vara till hjälp under den kalla årstiden.

8. Otillräcklig luftväxling

Ventilationssystem kan vara utformade på många olika sätt och vara väldigt olika, exempelvis när det gäller graden av komplexitet. Det första man behöver göra är att förvissa sig om att man förstår hur det är tänkt att fungera. Vad är det för ventilationsteknisk lösning? Styrs luftflödet automatiskt? Hur är det i så fall tänkt att fungera? Samtal med den som har kännedom om systemets funktion i praktiken är en mycket viktig källa till information. I bostäder kan det vara den privatperson som äger/nyttjar bostaden, men det kan också finnas en driftorganisation med anställd personal. Den som ansvarar för drift och service ska kunna tillhandahålla teknisk dokumentation, exempelvis driftkort och ritningar. Fråga också om ventilationens drifttider. Det är normalt en stor fördel om driftpersonalen kan gå med runt i huset, inte bara för att visa vägen, utan också för att förklara och dela med sig av sina egna erfarenheter.

I hus med självdrag eller mekanisk frånluft är det inte ovanligt att det uppstår problem på grund av att det är för liten area på de öppningar där uteluften ska tillföras. Det är alltså för få och/eller för små uteluftsventiler. Även i hus med mekanisk till- och frånluft kan det handla om trånga kanaler och för små don.

I äldre flerfamiljsfastigheter med självdrag kan förändringar i ventilationssystemet skapa stora problem. Det är också viktigt att luftflödena är rätt injusterade.

Rundvandring i lokalerna/bostadshuset: Bland det första man bör kontrollera är om det är flöde i donen. Det går att testa med en tunn pappersremsa eller med rök. Nästa steg är att bedöma om det föreligger risk för kortslutning mellan till- och frånluftsdon. Är donen lämpligt placerade, av lämplig typ och inte blockerade? Normalt ska tilluften vara några grader svalare än rumsluften. Försök bedöma om ventilationsluften når ut i rummet och försök verifiera att luften rör sig från rum med högre krav på luftkvalitet (t.ex. sovrum) till rum med lägre krav (t.ex. toalett). Även i detta fall kan man använda rök eller en tunn pappersremsa för att indikera i vilken riktning luften rör sig, t.ex. genom en dörrspringa.

En första inspektion av fläktrummet: Vid detta moment är det i regel nödvändigt att driftpersonalen följer med, visar vägen och vid behov stoppar ventilationen för att möjliggöra invändig inspektion av luftbehandlingsaggregatet. Försök bedöma om filtren är hela och kanalerna rena invändigt. Verkar filterinfästningarna vara täta? Verkar fläktarna fungera utan kraftiga vibrationer och missljud? Försök komma åt uteluftsintaget för att bedöma graden av nedsmutsning och risken för inträngning av vatten och skräp. Hur är intaget placerat? Hur stor är risken att avluft eller avgaser från trafik kommer in i uteluftsintaget?

När okulärbesiktningen är avklarad är det dags att fortsätta samtala med driftpersonalen. Försök bedöma om anläggningen sköts som den ska. Begär fram protokoll från genomförda kontroller, t.ex. obligatorisk ventilationskontroll. Har driftsstörningar observerats? Finns det tydliga eller misstänkta fel som driftpersonalen noterat? Finns loggade data över luftflöden, tryck, temperaturer, styrsignaler etc. Det kan också vara mycket värdefullt att prata med några representanter för brukarna. Fråga hur man upplever inomhusklimatet och ventilationen. Fråga också hur man använder utrymmena, exempelvis hur många personer som brukar vistas där. Är luftflödena i vistelsezonen tillräckliga med hänsyn till personbelastning och andra aktiviteter i lokalerna? Stängs ventilationen av kvällar och helger? Mer information finns som nämnts i SWESIAQ:s ”Råd vid utredning av ventilationssystem i byggnader med innemiljöproblem” [8].

Figur 11. Ser tilluftsfiltret ut så här?

Figur 12. Mätning av fukt inne i övergolvskonstruktion

9. Luftkvalitet

Luftens kvalitet, dvs. luftens förmåga att påverka brukarnas hälsa och välbefinnande är till stor del beroende av vilka luftföroreningar den innehåller. Som nämnts är kunskaperna dåliga om vilka luftföroreningar som verkligen påverkar brukarna (bilaga 2). Luften har emellertid ytterligare några egenskaper som påverkar luftkvaliteten och dessutom enkelt går att mäta och bedöma med hjälp av riktvärden fastställda av myndigheter, nämligen *lufttemperatur, luftfuktighet och lufthastighet* [9] [10]. Hög lufttemperatur, låg luftfuktighet och hög lufthastighet (drag) bidrar alla till att torka ut slemhinnor och hud så att kroppen blir mer mottaglig för luftföroreningar. Vintertid blir den relativa luftfuktigheten ofta ogynnsamt låg i svenska byggnader. Men så länge luften är ren brukar de flesta människor klara av den torra luften. Klagomål på ”torr luft” är ofta en indikation på luftföroreningar och kan förekomma i byggnader under alla årstider, trots att normal relativ luftfuktighet. Se även *11. Andra miljöfaktorer.*

10. Exponering för luftföroreningar

Dålig luftkvalitet kan påverka brukarna via framförallt två exponeringsvägar: genom *inandning* och genom *hudupptag* där ögonens slemhinnor är särskilt känsliga. För de flesta luftföroreningar tror man att inandning är den viktigaste exponeringsvägen. Men man har nyligen visat att för vissa halvflyktiga ämnen (SVOC-ämnen) kan hudupptaget vara lika viktigt. För småbarn tillkommer risken för att exponeras för partiklar som *sedimenterat*, dvs. sjunkit ned och lagt sig som damm på golv och horisontella ytor. Barnet kan sedan exponeras genom *förtäring*.

Exponeringen för luftföroreningar i en byggnad beror naturligtvis på *var i byggnaden* som brukaren uppehåller sig. De som sover eller arbetar i ett fuktskadat sov- respektive arbetsrum exponeras naturligtvis mer än övriga brukare i närliggande rum som inte är fuktskadade. Barn – som vistas närmare golvet jämfört med vuxna – exponeras i högre grad än vuxna för luftföroreningar som emitteras från golv.

Ytterligare en faktor att ta hänsyn till när det gäller exponering är *tidsaspekten*. En sjukpensionär som vistas i sin bostad 24 timmar om dygnet exponeras betydligt mer än den hemtjänstpersonal som besöker brukaren någon timme per vecka. En fastighetsägarrepresentant eller innemiljöutredare som besöker en lägenhet under en timme exponeras i betydligt lägre grad än den brukare som besväras av innemiljöproblem. De som utreder innemiljön har därför sämre möjlighet än brukaren att bedöma innemiljön genom att studera hur den egna kroppen påverkas.

11. Andra miljöfaktorer

Man bör vara medveten om att innemiljön är ett komplext system av många miljöfaktorer som påverkar brukarna. Innemiljöutredaren bör vara medveten om förekomsten av olika typer av miljöfaktorer som samverkar och ibland orsakar *synergistiska effekter*, dvs. förstärker varandras egenskaper. Miljöfaktorer som buller, dålig belysning, termisk komfort eller dåliga arbetsställningar (belastningsergonomi) kan delvis orsaka liknande symtom som dålig luftkvalitet. Buller kan t.ex. orsaka trötthet, huvudvärk, irritation, koncentrationssvårigheter och i bostäder även sömnproblem.

Möjliga *bullerkällor i bostäder*: datorer, ventilationsanläggningen (inkl. köksfläkt), luftkonditionering, andra byggnadsinstallationer (vattenledningssystemet, värmepumpar, hissar), kyl och frys, buller utifrån (trafik, störningar från grannar, nattklubbar). *På kontor*, särskilt *kontorslandskap:* samtal mellan medarbetare, telefonsamtal, kontorsutrustning.

Temperatur och luftfuktighet har stor betydelse för innemiljön: Höga temperatur kan orsaka trötthet samt uttorkning av slemhinnor och upplevelse av torr luft (se även *9. Luftkvalitet*). Höga tilluftstemperaturer kan bl.a. försämra luftomblandningen. Golvvärme ökar emissioner från golven. Hög luftfuktighet kan ge upphov till kondens och mikrobiell tillväxt på kalla ytor, t.ex. runt kyl- och frysrum.

Fråga brukarna om buller, termisk komfort (för varmt, för kallt, dragigt), belysning och ergonomi. Alternativt kan en enkät användas, t.ex. Örebroenkäten. Miljöfaktorerna buller, temperatur, drag och belysning är mätbara och kan jämföras med riktvärden för hälsa och komfort.

12. Psykosocial miljö

Flera epidemiologiska studier har visat att upplevd psykosocial stress, mätt som svar på standardiserade enkätfrågor, har ett tydligt samband med förekomst av ospecifik byggnadsrelaterad ohälsa (OBO, se Bilaga 3). De stressfaktorer som oftast redovisats är höga arbetskrav, låg egenkontroll samt bristande socialt stöd. Dessa faktorer kan bidra till och även vara huvudorsak till besvären. Vid samtal med brukare på arbetsplatser bör frågor ställas om arbetsbelastning och det psykosociala arbetsklimatet men dessa frågor bör endast ställas på en allmän nivå. Ett alternativ är att använda Örebroenkäten som täcker detta område.

Om innemiljöutredaren misstänker psykosocial stress kan han/hon diskutera med arbetsgivare och skyddsombud som kan besluta om att kalla in utomstående organisationskonsult. Innemiljöutredaren ska inte uttala sig om eventuella samband mellan stress och ohälsa hos en viss brukare eller arbetsorganisation utan bör hänvisa till läkare eller annan expertis inom området.

13. Individuell känslighet

Olika brukare reagerar på olika sätt vid samma innemiljö. Detta kan uttryckas som en varierande individuell känslighet. I Bilaga 3 finns mer skrivet om samspelet medicin/teknik/psykologi och om olika anledningar till att brukarnas känslighet varierar. Om antalet brukare är stort i byggnaden men endast enstaka brukare har besvär kan detta bero på att dessa brukare är särskilt känsliga men det kan också bero på att de drabbade brukarna vistas i de mest skadade delarna av byggnaden, de med sämst innemiljö.

Om endast enstaka brukare är drabbade bör medicinsk expertis kopplas in i utredningen för att utreda alternativa orsaker till besvären. På motsvarande sätt blir medicinsk sakkunskap mindre nödvändig om en hög andel av brukarna har besvär. Vid större antal brukare undersöks lämpligen besvärsförekomsten med hjälp av en enkät, i annat fall genom intervjuer. Särskilt svåra kan utredningar bli i en villa om t.ex. en av två brukare har besvär. Då är det nödvändigt att arbeta parallellt med en medicinsk och en teknisk utredning

Bilaga 2. Luftanalyser vid innemiljöutredningar

Arbetsgruppens sammanfattande synpunkter

- En luftanalys kan aldrig ersätta en innemiljöutredning och isolerat användas för att dra slutsatser om innemiljön. Däremot kan luftanalyser användas som ett av flera hjälpmedel under en innemiljöutredning.
- Före varje beslut om luftanalys måste innemiljöutredaren säkerställa att det finns ett tydligt motiv, att utredaren vet hur olika analysresultat ska tolkas och vara till nytta i den fortsatta utredningen samt även bedöma om analyskostnaden är motiverad med hänsyn till nyttan.
- Den provtagningsprocedur som används är av avgörande vikt för användbarheten av analysresultatet. Därför måste den personal som utför provtagningen kunna presentera en detaljerad beskrivning av provtagningsproceduren för att säkerställa att luftprovet blir adekvat och representativt.
- Den slutliga bedömningen av analysresultatets betydelse för innemiljöutredningen kan bara göras av ansvarig innemiljöutredare som har helhetsperspektiv på utredningen, som känner till orsaken till provtagningen, provtagningsförhållandena och – i förekommande fall – hur analysresultatet ska bedömas i förhållande till laboratoriets referens-databas.
- Innemiljöutredaren måste inför kontaktgruppen kunna motivera varför en luftanalys görs och kunna tona ner både onödig oro och förväntningar som analysresultatet kan väcka.
- Om någon typ av luftanalys i en byggnad visar låga halter, kan detta ändå aldrig ses som bevis för god luftkvalitet, dvs. att luften inte påverkar brukarnas hälsa och välbefinnande.

Dessutom:

- Resultat av kommersiella luftanalyser kan normalt inte ge någon *förklaring* till innemiljöproblemen men kan stärka misstankar mot någon viss luftföroreningskälla.
- Om utredaren misstänker vissa luftföroreningskällor kan misstankarna stärkas eller bekräftas genom *riktad luftprovtagning, emissionsmätning* eller *materialanalys*. Dessa metoder ger då ett säkrare resultat än *allmän luftprovtagning* (förklaringar nedan).
- Om misstankarna från början inte är riktade åt något visst håll, kan en erfaren innemiljöutredare ha hjälp av *allmän luftprovtagning* för att komma vidare i sökandet.
- Direktvisande instrument kan vara smidiga verktyg för att spåra vissa typer av luftföroreningar.
- Upplevd lukt kan vara en indikation på luftföroreningskällor. Men man måste vara medveten om att luktsinnet varierar en hel del mellan olika människor och att vissa luftföroreningar saknar lukt och säkrare indikeras genom luftanalys.

Figur 13. Utrustning för pumpad luftprovtagning

Figur 14. Näsan kan användas som indikator

Luftföroreningar och metoder för analys av rumsluft

Exempel på luftföroreningar

Nedanstående listor visar några exempel på olika typer av luftföroreningar – i partikel- eller gasform. Listorna vill visa på den stora spännvidden mellan olika typer av luftföroreningar. Bland de gasformiga föroreningarna finns sådana som har mycket låg lukttröskel (geosmin, etylakrylat, m-kresol). Samtidigt finns ämnen som koldioxid och kolmonoxid som helt saknar lukt och isocyanater som är hälsoskadliga i halter under lukttröskeln.

Gasformiga luftföroreningar:

- m-kresol
- Limonen
- Geosmin
- Koldioxid
- Kolmonoxid
- Formaldehyd
- Etylakrylat
- Kloranisoler
- 2-etylhexanol
- Isocyanater
- Ozon

Luftburna partiklar:

Från naturliga källor:

- Biologiskt ursprung: mögelhyfer/-sporer, bakterier, virus, allergener av olika typer, hudflagor, pollen
- Luftburet jordstoft, sand, havssalt

- Antropogena (människoorsakade) källor:
  - Sot från bilavgaser, täckta med PAH
  - Andra förbränningspartiklar: rökning, matlagning, stearinljus
  - Nanopartiklar bildade genom reaktioner mellan terpener och ozon
  - Partiklar från kopiatorer
  - Textil- och mineralullsfibrer
  - Partiklar från krackelerad golvpolish

Figur 15. Exempel på luftföroreningar inomhus i gas- och partikelform

Metoder för luftanalys

Med luftanalys kan menas en mängd olika tekniker för att mäta eller uppskatta luftens innehåll av olika luftföroreningar:

- Mätning av flyktiga organiska ämnen – VOC eller MVOC.
- Mätning av andra flyktiga ämnen som inte fångas vid VOC-analys, t.ex. formaldehyd eller ammoniak.
- Direktvisande instrument för vissa ämnen i gasform, t.ex. koldioxidmätare.
- Direktvisande instrument för att mäta partikelantal, partikelhalt (masskoncentration), eller partikelstorleksfördelning.
- Uppsamling av partiklar på filter för: vägning, analys av kemisk sammansättning eller visuell bedömning av morfologi (utseende) med vanligt mikroskop eller elektron-mikroskop.
- Uppsamling av mögelsporer/hyffragment för odling eller bedömning i mikroskop.
- Analys av sedimenterat damm med avseende på mikrobiellt DNA eller genom mikrobiella antigen-antikroppsreaktioner.
- Att använda den egna näsan och bedöma lukter.
- Att använda en hund med betydligt känsligare luktsinne och som tränats för att t.ex. kunna detektera olika mikrobiella lukter. Arbetsgruppen är dock tveksam till hundarnas användbarhet, se SWESIAQ:s Råd om utredning av mikrobiell påväxt i byggnader [7].

Luftanalyser kan sällan förklara innemiljöproblem

För att få en så bra bild som möjligt av alla kända ämnen i luften som kan påverka människor negativt skulle man behöva göra många mätningar med flera olika metoder samtidigt. Detta skulle bli mycket arbetskrävande och dyrbart, trots att bedömningen ändå skulle ha brister. Den bedömning av luftkvalitet som är möjlig med hjälp av de rutinmässiga metoder som är kommersiellt tillgängliga blir endast fragmentarisk. I forskningssammanhang kan mer avancerade metoder tas fram för att mäta specifika luftföroreningar. Ett villkor för mätningarna är naturligtvis att vi vet vilka luftföroreningar som skulle vara intressanta att mäta, dvs. misstänks ha hälsoeffekter i icke-industriella miljöer. Men tyvärr är våra kunskaper om detta för närvarande mycket dåliga. Det är idag *extremt ovanligt* att en uppmätt luftkoncentration i samband med en innemiljöutredning kan ge en tydlig *förklaring* till brukarnas innemiljöproblem. En luftanalys kan däremot visa om koncentrationen hos någon eller några luftföroreningar är högre än det ”normala”. Ett sådant resultat kan användas som hjälpmedel för att spåra den föroreningskälla som misstänks påverka luftkvaliteten negativt.

VOC/MVOC-mätningar resulterar ofta i långa listor med uppmätta halter av olika ämnen. Flera av dessa ämnen kan vara hälsoskadliga i högre koncentrationer. Samtidigt är de enskilda ämnena sannolikt ofarliga i de extremt låga halter som kan detekteras vid laboratoriets känsliga analyser. De långa listorna med detekterade ämnen kan verka skrämmande för en del personer Innemiljöutredaren måste därför kunna förklara syftet med luftanalyserna inför kontaktgruppen och dämpa obefogad oro.

Att spåra luftföroreningskällor med hjälp av kommersiella metoder

Laboratorieanalys av olika luftföroreningar

Man bör vara medveten om att de olika laboratorierna använder sig av delvis olika mät- och analysmetoder. Innemiljöutredaren bör därför göra en noggrann genomgång av tillgängliga analyslaboratorier. Det valda laboratoriet bör – gärna på hemsidan – kunna lämna en detaljerad beskrivning av använd analysmetod, analysnoggrannhet och kvalitetssäkring. Det är en fördel om laboratoriet – där det är möjligt – använder sig av svenska eller internationella mätstandards samt medverkar vid interkalibrering, dvs. jämförelser av mätresultat med liknande laboratorier.

De laboratorier som analyserar halter av olika luftföroreningar har erfarenhet av vad som är ”normala” – dvs. *genomsnittliga* – koncentrationer i icke-industriell inomhusmiljö. De brukar därför ange de riktvärden som luftkoncentrationerna normalt inte överstiger. Innemiljöutredaren bör kunna få tillgång till information om vilken *referens-databas* som laboratoriets analysresultat jämförs med. För att kunna bestämma vad som är genomsnittliga koncentrationer, måste ju mätningar först ske i ett stort antal, slumpvis utvalda byggnader av någon viss typ. Den ”normala” halten kan också variera beroende på byggnadstypen.

En luftmätning i en byggnad med innemiljöproblem kan jämföras med det aktuella laboratoriets motsvarande riktvärde för vad som kan anses vara ”normalt”. Om det uppmätta värdet överskrider riktvärdet kan detta vara en *indikation* på en luftföroreningskälla som påverkar luftkvaliteten, se nedan under *allmän luftprovtagning*.

Luftanalyser i arbetslivet syftar ofta till att jämföra den koncentration av ett ämne som en anställd exponeras för (andas in) med ett gränsvärde som inte får överskridas om man vill förebygga ohälsa. Det är då mycket viktigt att mätningen sker korrekt och på ett standardiserat sätt som ofta är fastställt i myndighetsregler. Samma noggrannhet måste eftersträvas i forskningsstudier.

I innemiljöutredningar ställs inte motsvarande krav eftersom hälsorelaterade gränsvärden saknas. Luftanalyserna syftar istället till att jämföra koncentrationerna i luft som tros vara *påverkad*

av en misstänkt luftföroreningskälla respektive luft som är *opåverkad*. Om man då detekterar tydliga skillnader, stärker detta misstanken mot källan. Exakt vilken metod man använder sig av har mindre betydelse, utan det viktiga är att *mätmetod och laboratorium är oförändrade*. Detta gäller naturligtvis även vid eventuell uppföljningsmätning efter en sanering.

Direktvisande instrument

Den innemiljöutredare som har tillgång till lättskötta direktvisande instrument för mätning av luftföroreningar kan utnyttja dessa på ett tidigt stadium av utredningen, kanske redan under det första besöket. Några exempel på direktvisande instrument:

- En koldioxidmätare kan användas för att snabbt spåra dålig luftväxling i relation till antalet brukare eller för att spåra oönskad återluft genom mätning vid tilluftsdon.
- Direktvisande instrument kan användas för att mäta partikelantal, partikelhalt (masskoncentration), eller partikelstorleksfördelning. Instrumenten finns av olika typer. De kan mäta nanopartiklar, grövre partiklar eller samtidigt mäta olika storleksklasser. Dessa instrument kan t.ex. användas för att spåra otätheter där luftföroreningar läcker in eller för att spåra andra källor, t.ex. kopieringsmaskiner.

OBS! Mät alltid utomhus som referens. Inomhusmätningar utan referens till aktuella utomhusnivåer eller utan kunskap om pågående aktiviteter inomhus (matlagning, städning, luftfräschare/luktdöljare) kan vara oanvändbara. Det krävs att användaren är väl förtrogen med instrumentet, dess begränsningar, noggrannhet och olika felkällor.

Svårt att ta representativa luftprover

Det är svårt att ta luftprover så att de är representativa, dvs. visar den typiska halt som man är intresserad av. Detta beror bl.a. på att luften aldrig är stillastående. Om luftföroreningar tillförs genom någon källa i rummet (eller från angränsande rum) och brukare vistas och rör sig i rummet får man räkna med att halterna kommer att variera kraftigt, både i tid och mellan olika platser. Det är inte ovanligt att värdena efter en korttidsmätning som upprepas nästa dag, skiljer sig åt väsentligt, detta trots att mätningen upprepas under liknande förhållanden. Aktiviteter, vindförhållanden utomhus och temperaturskillnader inomhus påverkar dessa koncentrationsvariationer. Den hastighet med vilken olika kemiska ämnen avges/emitteras från byggnad och inredning är beroende av temperatur och luftfuktighet. Statistiskt sett är luftföroreningskoncentrationer normalt lognormalfördelade med stor spridning mellan mätvärdena. Detta får till följd att om man gör upprepade korttidsmätningar kommer de flesta värden att vara låga men det kan också förekomma enstaka betydligt högre värden. Om man verkligen vill veta den genomsnittliga luftföroreningskoncentrationen i en lokal måste man därför ta många korttidsprover eller alternativt göra en långtidsmätning med full kontroll över vad som hänt i lokalerna under mättiden.

Mot den här bakgrunden bör luftanalysresultat normalt inte anges med mer än två siffrors noggrannhet. Om laboratoriet t.ex. anger ett resultat på 16,23 µg/m^3 efter ett korttidsprov bör innemiljöutredaren i sin redovisning nöja sig med noggrannheten 16 µg/m^3 och bör vara medveten om att det sanna genomsnittsvärdet också kan vara t.ex. 8 eller 30 µg/m^3. Observera att den stora osäkerheten inte i första hand beror på analysfel hos laboratoriet utan på naturliga variationer i luftföroreningshalterna inomhus. Om den som utför provtagningen är osäker på hur man tar ett representativt prov tillkommer dessutom ett mätfel som kan bli mycket stort.

Metoder för luftprovtagning

Den som vill använda luftanalyser för att hitta en luftföroreningskälla kan använda sig av i princip två olika tillvägagångssätt: *riktad* luftprovtagning med specialfallet *emissionsmätning* eller *allmän* luftprovtagning. Arbetsgruppen rekommenderar att riktad luftprovtagning används så långt möjligt. *Materialanalys* kan ge ytterligare ledtrådar när en misstänkt luftföroreningskälla undersöks.

Riktad luftprovtagning

Vid riktad luftprovtagning har innemiljöutredaren redan från början en misstanke om att en viss luftföroreningskälla kan vara en, åtminstone bidragande, orsak till innemiljöproblemen. Innemiljöutredaren vet också (kanske efter diskussion med ett analyslaboratorium) vilka typiska luftföroreningar som kan förväntas avges/emitteras från en sådan luftföroreningskälla och hur man lämpligast mäter dessa luftföroreningar.

Luftprovtagningsmetoden kan då anpassas efter den kunskap man behöver. Den är grundad på en *hypotes* – en misstanke – som man vill få stöd för eller kunna förkasta. Några exempel på riktade luftanalyser (som alltid bör kompletteras med parallella mätningar utomhus):

- Det finns en misstanke om bilavgaser i tilluften. Man kan då mäta i uteluftintaget, direkt i tilluften och i motsvarande rum.
- Vid misstanke om mikrobiell växt i tilluftssystemet: Mät t.ex. mögelsporer i tilluftsdon!
- Man misstänker att tilluftsfiltren är dåligt infästade eller trasiga/otäta: Använd partikelräknare och jämför partikelhalter i luftintaget och med halter i tilluftsdonet!
- Det finns misstanke om att den mikrobiella påväxt som finns i kryprummets bjälklag kan emittera luftföroreningar som letar sig upp och in i byggnaden: Mät någon mikrobiell indikator i kryprumsluften och gör samma typ av mätning i några rum på bottenplanet!
- Om man misstänker onormal mögeltillväxt inne i en sluten konstruktion kan riktad spormätning göras i en öppning till konstruktionen, samtidigt som man avskärmar rumsluften med en muff.
- Det finns misstanke om att förorenad luft från det öppna kopieringsrummet sprider sig till hela kontorslandskapet: Använd partikelräknare för att mäta partikelhalter på olika platser i kontorslandskapet och i kopieringsrummet, dels med kopiatorn igång, dels när den varit avstängd under lång tid!

Praktiska råd vid riktad luftprovtagning: Mät så nära den misstänkta föroreningskällan som är lämpligt och dessutom, som jämförelse, samtidigt på olika platser som borde vara mindre exponerade. Det är viktigt att ha kontroll över hur luften rör sig så att mätningen nära källan verkligen ger en bild av vad som emitteras och inte av något annat.

Emissionsmätning

Ett specialfall av riktad luftprovtagning är emissionsmätning, dvs. att man mäter de luftföroreningar som avges av en misstänkt luftföroreningskälla på ett sätt som utesluter att mätningen påverkas av omgivningsluft. Detta är en säkrare metod för att avgöra om den misstänkta källan avger icke önskvärda emissioner. Exempelvis kan ett förseglat hål borras in i en byggnadskonstruktion och lufthalterna inne i luftutrymmet provtas med lämplig teknik.

Eftersom flera av de vanligaste kemiska skadeorsakerna är golvrelaterade, har ett antal metoder utvecklats i syfte att bedöma om det förekommer en tekniskt påvisbar skada i golv. Några exempel på metoder för mätning av golvemissioner:

- En FLEC (Field and Laboratory Emission Cell) mätkammare monteras lufttätt mot ett material som man vill undersöka emissionerna från, t.ex. en plastmatta eller en betongyta. Ren luft får passera genom kammaren och förorenas då av emissioner som samlas upp på tenax-/kolrör. FLEC eller exsickatorlock kan användas för att på ett repeterbart sätt mäta

över en yta efter att golvmattan öppnats upp. För korrekt bedömning av resultaten krävs referenser där samma metod och laboratorium använts och utvärderats under lång tid.
- En bit av byggnadsmaterial, t.ex. en bit plastmatta eller en bit från betongbjälklaget transporteras i en emissionstät förpackning till laboratoriet som placerar provbiten i en mätkammare där sedan emissionerna mäts med av laboratoriet fastställd metod.
- En enklare metod är att mäta emissioner under en golvmatta genom att skära upp en slits och snabbt föra in ett provtagningsrör. Denna typ av mätning störs av inläckande omgivningsluft och dessutom sjunker halterna snabbt med tiden. Detta ställer höga krav på den som provtar så att mätningen utförs lika varje gång.
- Ett specialfall av denna metod är att använda näsan och lukta under en nyss uppskuren matta eller i en nyss uppbruten byggnadskonstruktion. Känsliga personer kan riskera att få en överreaktion så utredaren bör dels vara försiktig själv, dels inte låta brukare lukta i öppnade konstruktioner eller under golvbeläggningar.

Vissa typer av luftföroreningar, t.ex. emissioner från nedbrutet kaseinhaltigt flytspackel, går nästan bara att påvisa med emissionsmätning. Korrelationen mellan allmän luftprovtagning i rumsluft och emissionsmätningar är i dessa fall låg och saknas ofta helt. Även om låga halter uppmätts i rumsluft kan det alltså ändå finnas en allvarlig tekniskt påvisbar skada i golvet som kan visas med emissionsmätning och *kanske* också kan vara orsak till innemiljöproblemen.

Observera dock att inte heller en emissionsmätning ger en säkerställd *förklaring* till brukarnas innemiljöproblem. Syftet är att påvisa en teknisk skada, något som i sin tur möjligen kan påverka luftkvaliteten och orsaka innemiljöproblem. Emissionsmätningen kan visa om den misstänkta luftföroreningskällan verkligen avger sådana emissioner som ofta förknippas med innemiljöproblem.

Materialanalys

Vid materialanalys undersöks en materialbit med avseende på t.ex. kemiskt innehåll. Om man då vid analysen påvisar en icke-önskvärd kemisk förening återstår sedan att undersöka, dels om denna förening verkligen emitteras till inomhusluften i tillräckligt hög utsträckning, dels att försöka göra troligt att emissionerna kan förklara innemiljöproblemen.

En annan typ av materialanalys är när man med mikrobiologiska metoder påvisar mikrobiell påväxt på ett material i byggnaden. Påvisad mikrobiell påväxt räcker i många fall som underlag för att kräva sanering, detta utan att man undersökt vilka lufthalter som påväxten skulle kunna ge upphov till [7].

Allmän luftprovtagning

Vid allmän luftprovtagning har innemiljöutredaren ingen tydlig misstanke/hypotes i förväg, före luftprovtagningen. Detta kan medföra en mer komplicerad utredning i flera steg.

Halterna av någon viss typ av luftförorening mäts i vistelsezonen och jämförs sedan med laboratoriets motsvarande riktvärde. Vid dessa mätningar är det lämpligt att låta verksamheten i lokalerna vara så normal som möjligt och antingen göra en långtidsmätning eller upprepade korttidsmätningar. Mät i vistelsezonen i ett eller i flera rum i byggnaden under 1-2 veckor. Samtidigt – och som kontroll – bör en jämförande mätning ske i utomhusluften.

Även om man inte vet vilken typ av luftföroreningskälla man letar efter, måste man försöka bedöma vilken typ av luftförorening som verkar mest sannolik och börja med att mäta denna. Om riktvärdet underskrids kan detta tyda på att den typ av luftanalys man valt inte är relevant för problematiken utan man måste mäta något annat. Med en VOC/MVOC-mätning kan man t.ex. inte utesluta att det kan finnas mögelpartiklar i rummet. Med en DNA-analys av sedimenterat mögeldamm kan man inte få reda på om det förekommer en källa till aldehyder i rummet.

Om riktvärdet överskrids försöker man (gärna med laboratoriets hjälp) leta sig fram till en trolig typ av luftföroreningskälla som skulle kunna orsaka den höga halten. Nästa avsnitt ger ett exempel på hur detta kan gå till vid VOC-analys. Sedan återstår att fundera ut var i byggnaden (eller utanför byggnaden) som källan kan finnas. Slutligen kan man eventuellt gå vidare med riktad luftprovtagning mot denna misstänkta källa.

Kända emissioner från olika luftföroreningskällor – VOC-analyser som exempel

I figur 16 finns en lista från ett laboratorium över några olika luftföroreningskällor och vilka VOC-ämnen som källorna kan avge till luften. För att spåra källan bedöms ofta inte bara förekomsten av enskilda ämnen utan istället kombinationer av olika ämnen. Olika källor avger ibland samma ämne, vilket framgår av figuren. Att spåra källan utgående från förhöjda halter blir då ett detektivarbete för innemiljöutredaren i samarbete med laboratoriet. Figur 16 är bara ett litet exempel på alla kombinationer av luftföroreningskällor och ämnen som kan mätas med VOC-analys. När man mäter är det viktigt att känna till vilka aktiviteter som pågår inomhus, liksom det är viktigt att samtidigt mäta utomhuskoncentrationerna (utanför fönstret) och/eller i tilluftsdonet. Man måste vara medveten om att många viktiga gasformiga luftföroreningar (t.ex. formaldehyd) inte detekteras vid VOC-analys utan kräver speciella provtagnings- och analysmetoder. Det är sällan som resultatet av en luftanalys direkt kan kopplas till en viss luftföroreningskälla utan det krävs tankearbete och ibland kompletterande mätningar.

Bilavgaser/bensinångor
Lättflyktiga alifatiska kolväten (C7–C9), bensen, toluen, xylener och trimetylbensener. Bilavgaser innehåller lägre halter av alifatiska kolväten jämfört med bensinångor. För bilavgaser nära utsläppskällan, och med provtagning på Tenax TA, är förhållandet mellan bensen – toluen – m-xylen ungefär 1:2:1.

Vattenspädbara färger och lacker
N-butanol, glykoletrar, glykoleteracetat, ofta t.ex.anol (2 isomerer), estrar (t.ex. butylacetat), ketoner (t.ex. MEK = metyletylketon och MIBK = metyl-isobutylketon) och andra alkoholer. Ganska vanligt är även skumdämpare som kan bestå av ren toluen, xylener eller cyklohexanon.

Vattenspädbara limmer
N-butanol, glykoletrar, ibland estrar, ketoner och andra alkoholer t.ex. benzylalkohol och 2-etylhexanol. Ganska vanligt är även skumdämpare som kan bestå av ren toluen, xylener eller cyklohexanon.

Övriga vattenspädbara tekniska produkter.
Glykoletrar, n-butanol, andra alkoholer, ketoner och estrar. Ibland även aldehyder. Ofta terpener som doftämnen, t.ex. .limonen (citrondoft).

Rengöringsmedel.
Glykoletrar, n-butanol, andra alkoholer, ketoner och estrar. Ibland även aldehyder. Ofta terpener som doftämnen, t.ex. limonen (citrondoft).

Trämaterial.
Gran och furu: Terpenerna a-pinen och caren. Andra monoterpener. Organiska syror och aldehyder.
Lövträd: Alkoholer, ketoner, aldehyder och organiska syror.

Linoleummattor.
Terpener, alkoholer, aldehyder, organiska syror. Akrylater från ytskikt. Benzothiazol som fungicid.

PVC mattor.
2-etylhexanol (nedbruten mjukgörare), TXIB (sk. sekundär mjukgörare), restlösningsmedel (ofta trimetylbensener).

Skummade baksidor, mjuka mattor med svikt.
Ofta höga halter av nedbruten mjukgörare, alltså 2-etylhexanol. Ofta höga halter toluen från lim som limmar den skummade baksidan mot mattan.

Figur 16. Exempel på flyktiga ämnen (VOC) som avges av olika källor

Figur 16 är ett exempel på olika källor till VOC i inomhusluften. Motsvarande tabeller kan tas fram som stöd när man mäter med andra tekniker. En partikelräknare kan t.ex. användas för att detektera *nanopartiklar*. När man tolkar mätresultatet måste man vara medveten om att höga partikelhalter kan avges från en mängd olika källor: inläckande bilavgaser, matlagning, brinnande stearinljus, kopiatorer, vid terpen/ozonreaktioner…

Det gäller att alltid fundera över och kontrollera alla tänkbara luftföroreningskällor när man mäter med en viss teknik.

Tankar inför framtiden: Borde vi mäta andra ämnen än VOC?

Detta avsnitt innehåller inga direkta råd utan är endast avsett som en tankeställare.

Under årens lopp har forskare i många studier försökt hitta samband mellan innemiljöproblem och koncentrationer av olika typer av luftföroreningar, främst VOC/MVOC-ämnen och olika typer av mikrobiella föroreningar (mögel/bakterier). Tyvärr har man inte funnit så tydliga samband att de skulle ligga till grund för hälsorelaterade riktvärden för inomhusmiljön i icke-industriella lokaler. En orsak till de uteblivna sambanden skulle kunna vara att man mätt fel typer av luftföroreningar. I figur 17 finns till höger – *som en hypotes* – listade olika egenskaper hos de gasformiga ämnen vi kanske borde leta efter som komplettering till VOC/MVOC-mätningarna. I den vänstra listan finns som jämförelse motsvarande egenskaper hos VOC/MVOC-ämnena. Ämnena i den högra listan kan till stor del vara okända men några exempel är kända och svarar upp mot beskrivningen. Ett exempel är formaldehyd. Ett annat är isocyanater av olika typer, ämnen som i yrkessammanhang är kända för att kunna orsaka bl.a. astma i mycket låga koncentrationer. Ett tredje exempel är de mycket kortlivade, s.k. fria radikaler som bildas när ozon reagerar med VOC-ämnen. Kanske måste vi ägna oss åt alternativt tänkande om vi vill komma vidare i förståelsen av innemiljöproblemen? Vet vi tillräckligt om kemiska processer och luftens kemi?

VOC/MVOC-ämnen	Borde vi leta efter dessa typer av ämnen istället?
Oftast liten betydelse för luftkvaliteten i de låga koncentrationer som brukar uppmätas. Lämpliga för att spåra vissa luftföroreningskällor.	Kan ha stor betydelse för luftkvaliteten även i låga koncentrationer.
Ganska stabila ämnen.	Instabila, reaktiva ämnen.
Ganska harmlösa vid kontakt med slemhinnor och hud.	Reagerar med och irriterar slemhinnor och hud.
Kan lukta i högre koncentrationer – aktiverar luktnerven.	Kan sakna lukt men ändå ge irriterande obehag, särskilt på sikt – aktiverar trigeminusnerven
Kan samlas upp på tenax-/kolrör och lagras under viss tid utan nedbrytning.	Kortlivade. Kan inte samlas på tenax-/kolrör.
Lämpliga för standardiserad massanalys. En stor mängd ämnen kan mätas samtidigt med GC/MS-analys.	Kan vara mycket svårmätta. Speciella tekniker kan krävas, t.ex. genom att ämnet får reagera med en specifik kemikalie så att ett stabilt ämne bildas som sedan kan analyseras.
Halterna inomhus ligger oftast långt under hälsorelaterade riktvärden.	Hälsorelaterade riktvärden saknas ofta eftersom ämnena är dåligt kända.

Figur 17. En jämförelse mellan egenskaper hos VOC-/MVOC-ämnen och ämnen som skulle kunna vara mer intressanta.

Bilaga 3. Innemiljöproblem ur medicinsk, psykisk och psykosocial synvinkel

Vanliga symtom och kända orsaker

De vanligaste symtomen vid innemiljöproblem har listats av WHO. Det har föreslagits vissa kompletteringar till denna lista men den beskrivning som man oftast hänvisar till består av hudsymtom, symtom från ögon och luftvägar samt allmänsymtom [11] [12]. Personer som tidigare besvärats i byggnader med innemiljöproblem har ofta kvardröjande känslighet mot ny exponering.

De vanligast förekommande symtomen som har kopplats till bristande luftkvalitet är:

- irritation och torrhet i ögon, näsa och hals
- ansiktsrodnad och torr hud
- trötthet och huvudvärk
- personer med tidigare problem med astma, allergisk snuva eller böjveckseksem upplever ofta en försämring av sin grundsjukdom i byggnaden.

I epidemiologiska studier har man visat att symtom av typ OBO är statistiskt associerade till bl.a. nedanstående faktorer [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18]. Faktorerna är inte rangordnade och det finns en hel del forskning om samband mellan olika faktorer och innemiljöproblem som inte redovisas här.

- kön (vanligare bland kvinnor)
- tidigare sjukdomar som astma, allergisk snuva och böjveckseksem
- psykosocial stress
- låga uteluftflöden
- fukt- och mögelskador
- nymålade ytor
- låg städnivå
- hantering av stora mängder papper
- förekomst av kopiatorer/printrar i arbetslokaler

Vad beror på individen och vad beror på miljön?

Symtom som är förenliga med OBO är vanligt förekommande. I undersökningar av normalbefolkningen ser man att 2-4 % av männen och 9-12 % av kvinnorna rapporterar att de varje vecka under de senaste 3 månaderna har en kombination av hud-, ögon- eller luftvägssymtom samt allmänsymtom som t.ex. trötthet och huvudvärk, en symtomkombination som också är vanlig i byggnader med innemiljöproblem. Dessa siffror avser symtom utan hänsyn till vad personerna anser vara orsak till symtomen [19].

Människors känslighet mot olika miljöfaktorer varierar från individ till individ. I en byggnad med innemiljöproblem upplever nästan aldrig alla personer samma typ av besvär. Vilken typ av symtom en enskild person upplever i en byggnad, påverkas mycket av om personen sedan tidigare har t.ex. symtom från huden eller ögon och luftvägar. En inte ovanlig orsak till att brukare med innemiljöproblem söker läkare är en upplevd försämring av tidigare sjukdomar, t.ex. försämring av hudsjukdomen rosacea, försämring av ögontorrhet hos personer med reumatiska sjukdomar eller försämring av astma.

Ofta har vissa brukare svåra hälsobesvär, samtidigt som andra som vistas i samma byggnad tycker att innemiljön är acceptabel. Misstanken mot byggnaden stärks naturligtvis om en hög andel av brukarna upplever besvär (klart över tillgängliga lokala normalfrekvenser eller de som anges i Örebroenkäten [2] eller motsvarande). Om man dessutom objektivt kan bekräfta att symtomen försämras vid vistelse i byggnaden stärks sambandet. Vid undersökningar av större

arbetsplatser kan symtomen bland brukarna kartläggas med standardiserade enkäter och då finns möjlighet att jämföra förekomsten av symtomen med de man hittar i befolkningen i allmänhet. Målsättningen måste alltid vara att ingen ska behöva må dåligt på grund av byggnaden.

Det finns erfarenheter av att vissa personer som besvärats av innemiljöproblem under lång tid tenderar att få en ökad känslighet mot vistelse i liknande miljöer och riskerar mer eller mindre kvarstående besvär, även utanför den aktuella byggnaden [20]. I vissa situationer, när bara någon enstaka person bland många upplever besvär, uppstår svåra gränsdragningsproblem: Är det möjligt att åstadkomma en miljö där alla mår bra? Ibland kan en myndighet ställa krav på hur långt utredningen ska drivas och hur omfattande saneringen ska vara. I många andra fall är det fastighetsägarens eller arbetsgivarens ekonomi och intresse som blir avgörande.

Rollfördelning läkare/tekniker

Innemiljöutredarens uppgift är att försöka finna sådana brister hos byggnaden eller andra källor till luftföroreningar som enligt vetenskap eller beprövad erfarenhet brukar leda till innemiljöproblem. Innemiljöutredaren kan däremot aldrig garantera att eliminering av bristerna kommer att leda till att innemiljöproblemen upphör. En tekniker ska inte uttala sig om symtomen hos en viss brukare utan bör hänvisa till läkare.

En läkare kan ibland, utgående från brukarnas symtom, dra vissa slutsatser om orsakerna till innemiljöproblemen. I de flesta fall kan personer med medicinsk kompetens framför allt bidra med att bedöma om symtomen är typiska för OBO och utesluta alternativa orsaker till symtomen. Vid större utredningar kan det därför vara värdefullt att medicinsk kompetens kopplas in i själva innemiljöutredningen. Givetvis bör brukarna själva konsultera läkare för bedömning och råd när det gäller sina egna specifika besvär. Läkare med kompetens inom detta område kan dessutom objektivt verifiera om symtomen förvärras vid vistelse i byggnaden. De symtom som kan följas objektivt är framför allt hud- och ögonsymtom samt astma.

Psykiska och psykosociala aspekter

Flera studier har visat att upplevd psykosocial stress, som t.ex. kan kartläggas med de standardiserade enkätfrågor som finns i Örebroenkäten, har ett tydligt samband med förekomst av OBO. De arbetsplatsrelaterade stressfaktorer som oftast redovisats är höga arbetskrav parade med låg egenkontroll samt bristande socialt stöd. Det finns givetvis andra förhållanden som kan orsaka psykosocialt betingad stress. Man tror att stress kan öka känsligheten för olika miljöfaktorer och även i sig orsaka vissa symtom. Det finns alltså starka anledningar till att ta hänsyn till psykosociala faktorer vid utredning av byggnader med flera drabbade individer. Detta är inte unikt för byggnader med innemiljöproblem utan ingår normalt i ett modernt synsätt på utredning av många miljörelaterade hälsoproblem. En djupare undersökning av psykosociala eller individpsykologiska faktorer kräver speciell kompetens.

Akuta insatser för drabbade brukare

För att inte besvären ska förvärras och riskera att bli mer kroniska är det viktigt med snabba åtgärder mot innemiljöproblem. I avvaktan på större ombyggnationer och saneringsåtgärder kan det bli aktuellt att snabbt förflytta särskilt drabbade personer till andra lokaler eller överväga tillfälliga lösningar som anpassad ventilation eller portabla luftrenare (inte jonisatorer eller ozonbehandling). Åtgärderna bör vidtas i samråd med de drabbades läkare.

Referenser

[1] Socialstyrelsen, ”Miljöhälsorapport 2009,” 2009. [Online]. Available: ki.se/sites/default/files/mhr2009_0.pdf.

[2] K. Andersson, ”MM-enkäterna,” Miljömedicin MM Konsult AB, [Online]. Available: http://www.inomhusklimatproblem.se/mmq/mmq_sv.html. [Använd 05 10 2016].

[3] SWESIAQ, ”SWESIAQ:s enkät till innemiljöutredare (tillgänglig under SWESIAQ-modellen efter inloggning),” 2008. [Online]. Available: http://www.swesiaq.se/swesiaq-modellen.aspx. [Använd 05 10 2016].

[4] L.-O. Nilsson, ”Diagnosmetodik för fuktskador – Konsten att hitta den verkliga skadeorsaken, Rapport IF-1515,” Moistenginst AB, Trelleborg, 2015.

[5] L.-O. Nilsson, ”"Utredningsmetodik för fuktproblem" och "Erfarenheter av orsaker till fuktproblem",” 2015. [Online]. Available: http://moistenginst.se/hem/svenska/.

[6] Finlands miljöministerium, ”Mögeltalkot / Hometalkoot.fi,” [Online]. Available: http://omakotitalot.hometalkoot.fi/sv. [Använd 05 10 2016].

[7] SWESIAQ, ”SWESIAQ:s Råd om utredning av mikrobiell påväxt i byggnader,” 2014. [Online]. Available: www.swesiaq.se/arbetsgrupper. [Använd 05 10 2016].

[8] SWESIAQ, ”Råd vid utredning av ventilationssystem i byggnader med innemiljöproblem,” 2017. [Online]. Available: http://www.swesiaq.se/arbetsgrupper.aspx.

[9] Folhälsomyndigheten, ”FoHMFS 2014:17 Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus,” [Online]. Available: https://www.folkhalsomyndigheten.se/documents/publicerat-material/foreskrifter1/fohmfs-2014-17.pdf. [Använd 01 01 2017].

[10] Folkhälsomyndigheten, ”Kompletterande vägledning om ventilation,” [Online]. Available: https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/inomhusmiljo-allmanna-lokaler-och-platser/luftkvalitet/kompletterande-vagledning-om-ventilation/. [Använd 01 01 2017].

[11] WHO, ”Indoor Air Pollutants: Exposure and Health Effects,” *EURO Reports and Studies 78, Copenhagen,* 1983.

[12] D. Norbäck, ”An update on sick building syndrome,” *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, pp. 55-59, 2009:9.

[13] M. Jaakkola et al, ”Office work exposures (corrected) and respiratory and sick building syndrome symptoms,” *Occup Environ Med,* vol. 64, pp. 178-84, 2007.

[14] WHO Europe, ”WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould,” 2009. [Online]. Available: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf. [Använd 05 10 2016].

[15] M. Mendell, A. G. Mirer, K. Cheung, M. Tong och J. Douwes, ”Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence,” 2011. [Online]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3114807/. [Använd 05 10 2016].

[16] B. Sahlberg, Y. Mi och D. Norbäck, ”Indoor environment in dwellings, asthma, allergies, and sick building syndrome in the Swedish population: a longitudinal cohort study from 1989 to 1997,” *Int Arch Occup Environ Health,* vol. 82, pp. 1211-1218, 2009.

[17] Skyberg et al, ”Symptoms prevalence among office employees and associations to building characteristics,” *Indoor Air,* vol. 13, pp. 246-52, 2003.

[18] M. Hodgson och M. Addorisio, ”Exposures in indoor environments,” i *Rosenstock L, Cullen MR, Brodkin CA and Redlich CA (Eds): Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine. Second Edition*, Philadelphia, Elsevier Saunders, 2005, p. 1136.

[19] N. Eriksson och B. Stenberg, ”Baseline prevalence of symptoms related to indoor environment,” *Scand J Public Health 2006;.34,* pp. 387-96, 2006.

[20] B. Edvardsson et al, ”Medical and social prognoses of non-specific building-related symptoms (Sick Building Syndrome): a follow-up study of patients previously referred to hospital.,” *Int Arch Occup Environ Health,* vol. Jul;81(7), pp. 805-12, 2008.

[21] K. Andersson, ”Örebromodellen,” Miljömedicin MM Konsult AB, [Online]. Available: http://www.inomhusklimatproblem.se/model/mdellen.html. [Använd 05 10 2016].