

Denna artikel har Astma- och Allergiförbundet låtit översätta från den populärt skrivna norska artikeln "Teppegulv, inneklima og helsepåvirkning" från tidningen Allergi i Praxis nr 2, 2016;
https://www.naaf.no/globalassets/x-gamle-bilder/documents/1.-allergi-i-praksis/2-2016/aip-2-16_bakke-et-al_teppegulv-og-inneklima_-side_46_54.pdf

Därefter har kunskapssammanställningen 2018 publicerats i en engelsk version i en internationell "peer reviewed" tidskrift med öppen access. Här är länkar till den;
 Becher R, Øvrevik J, Schwarze PE, Nilsen S, Hongslo JK, Bakke JV. Do Carpets Impair Indoor Air Quality and Cause Adverse Health Outcomes: A Review. Int. J. Environ. Res. Public Health 2018, 15(2), 184;
 doi:10.3390/ijerph15020184 (registering DOI). PDF Version: <http://www.mdpi.com/1660-4601/15/2/184/pdf>

Abstract: <http://www.mdpi.com/1660-4601/15/2/184/>

HTML Version: <http://www.mdpi.com/1660-4601/15/2/184/html>

Textila golv, inomhusmiljö och hälsoeffekter

JAN VILHELM BAKKE¹, JOHAN ØVREVIK², PER E. SCHWARZE³, JAN K. HONGSLO⁴,
 STEINAR NILSEN⁵ OCH RUNE BECHER⁶

Sammanfattning

Användningen av heltäckningsmattor ser ut att öka, i synnerhet som ljuddämpare i öppna kontorslandskap. Det har påvisats negativa effekter av heltäckningsmattor i den upplevda inomhusmiljön, luftkvaliteten och besvären hos användare med astma och allergi. Man hävdar ofta hävdas att tidigare riskbedömningar är föråldrade och att moderna mattor är oproblematiska även för de med astma och allergi. Studier visar dock att det förekommer mer damm och allergener i mattor jämfört med släta golv. Textila golv kan dessutom avge flyktiga organiska föreningar, som kan lukta och irritera slemhinnorna hos känsliga personer. Jämfört med släta golv kräver textila golv mer omfattande renhållning och därmed högre kostnader. I praktiken försummas detta ofta. Vi har inte hittat någon expertgranskad dokumentation för att textila golv numera är oproblematiska för inomhusmiljön. Däremot indikerar litteraturen att användning av textila golv kan kopplas till en ökad risk för oönskade hälsoresultat i form av förvärrad astma, allergi och inflammatoriska responser. Man bör därför fortsatt iakttä varsamhet vid användning av (heltäcknings)mattor på skolor, förskolor och kontor, såvida inte särskilda behov gör att mattor är att föredra. Det behövs fortfarande mer kunskap om eventuella hälsomässiga konsekvenser vid användning av textila golv, i synnerhet när det gäller de allra senaste produkterna.

¹PhD, ÖVERLÄKARE, ARBEIDSTILSYNET, ²PhD, SENIORFORSKARE, FOLKEHELSEINSTITUTTET, ³DR SCIENT., AVDELNINGSCHEF, FOLKEHELSEINSTITUTTET, ⁴DR. PHILOS, SENIORFORSKARE, FOLKEHELSEINSTITUTTET, ⁵CAND REAL, SENIORFORSKARE, SINTEF BYGGFORSKT, ⁶DR. SCIENT., SENIORFORSKARE, FOLKEHELSEINSTITUTTET

KONTAKTADRESS:

JAN VILHELM BAKKE

ARBEIDSTILSYNET

TEKNOLOGIVEIEN 22

NO-2815 GJØVIK

NORGE

JAN.BAKKE@ARBEIDSTILSYNET.NO

Användningen av heltäckningsmattor ser ut att öka, i synnerhet som ljuddämpare i öppna kontorslandskap, men även i viss omfattning på skolor och förskolor. På 1980- och 1990-talet påvisades negativa effekter av heltäckningsmattor på kontor, skolor, förskolor och bostäder, både för den upplevda inomhusmiljön och luftkvaliteten och för besvären hos användare med astma och allergiproblem (1, 2, 3, 4).

Man hävdar ofta att tidigare kunskaper och riskbedömningar är föråldrade och att moderna mattor inte längre utgör några problem för inneklimatet, utan nu är bra alternativ även för personer med astma och allergi. Från hälsohåll har man inte hittat dokumentation som stöder detta och därför rekommenderar man att textila golv ska användas med omsorg, i synnerhet där det finns barn eller användare med astma och allergi. Det är därför önskvärt att värdera om det föreligger dokumentation i expertgranskade vetenskapliga tidskrifter för att textila golv inte utgör något problem för inomhusmiljön.

I hälsoriskbedömningar av textila golv är i synnerhet två punkter av intresse. Den ena är att textila golv kan fungera som en depå för föroreningar inne, dvs. att smuts, dammpartiklar, allergener och andra biologiska föroreningar kan byggas upp i mattorna. Dessa föroreningar kan sedan frigöras och skapa ny exponering. Den andra är att textila golv kan avge flyktiga organiska föreningar (VOC) som kan lukta och irritera slemhinnorna på framför allt känsliga personer. Tester av emissioner från nya mattor indikerar att de har avtagit och har kortare varaktighet. Föroreningar över längre tid beror bland annat på tillförsel av smuts, vård- och rengöringsmedel såväl som renhållningsrutiner (5).

Inledningsvis beskriver vi kunskap om föroreningar i textila golv. Därefter går vi igenom litteratur om önskade hälsoresultat kopplade till textila golv i icke-industriella inomhusmiljöer. Studierna består i huvudsak av tvärsnittsstudier, longitudinella studier och interventionsstudier, som har använt godkända vetenskapliga metoder för att studera samband mellan exponering för mattor och dess hälsoeffekter och sensoriska effekter på användare. Antalet solida studier där man har undersökt hälsa och exponering samtidigt är dock begränsat. Facklitteraturen specificerar i liten grad vilken typ av mattor det rör sig om, dvs. heltäckningsmattor eller lösa mattor. Där studierna har genomförts i kontorsbyggnader/på arbetsplatser är det rimligt att anta att detta involverar heltäckningsmattor. Det ges lite information om mattornas konstruktion/uppbyggnad, rengöring, skötsel och ålder.

Värdering av mattors betydelse för inomhusmiljö och hälsa

Textila golv som möjlig exponeringskälla

Det har påvisats väsentligt högre mängder damm och allergener i mattor än på släta golv (6, 7, 8). I en australisk studie från 2003 observerades reducerad exponering för allergener från kvalster och ergosterol, en komponent i cellväggen hos mögel, i bostäder där mattorna togs bort (9). I USA var nivån av allergener från mögel, hund, katt och kvalster betydligt högre i damm från rum med textila golv än i rum utan (10). Textila golv innehåller större mängder antigener än släta golv (11). I Belgien skilde sig mängden bakterier i olika typer av rum, med högst förekomst på kontor med heltäckningsmattor och lägst i rum med släta golv (12).

Golvdamm från tolv rum i två skolor kvantifierades och undersöktes efter inflammationsframkallande egenskaper i en cellinje (epitelceller från lungorna) (13). Det var väsentligt mer damm i rum med mattor och detta damm var mer inflammationsframkallande än dammet från släta golv. Återvinningsfraktionen av standardiserat damm tillfört olika ytor vid dammsugning var betydligt lägre vid grova och porösa ytor jämfört med kala och hårda ytor, och med lägst återvinning från mattor (14). Detta underbygger att mattor blir en "depå" för tillförda föroreningar med högre inflammatorisk potential.

Mattleverantörer hävdar att mattor med vissa typer av konstruktioner samlar mindre smuts och är enklare att hålla rena (t.ex. rätt fibrer, dvs. de bildar inte en vridning eller öglor som på mer traditionella textilmattor). Det har dock rapporterats klart högre koncentrationer av allergener från hushållskvalster i mattor, oavsett hur mattorna var uppbyggda (öglor eller räta/avkapade fibrer), än på släta golv (observationstid tretton månader) (8, 15). Mängden allergener i mattorna var tydligt högst i de djupaste lagren av mattorna. Mattornas konstruktion hade liten betydelse för hur mycket allergener som kunde påvisas.

En översiktsartikel evaluerade exponeringsbidraget för allergener inomhus på skolor och förskolor samt eventuell betydelse för astma och allergi (16). Nivån av kvalsterallergener var i hög grad kopplad till klimatrelaterade, geografiska och byggnadsrelaterade faktorer. Textila golv, stoppade möbler och kläder var viktiga reservoarer och källor för allergener, i synnerhet från hushållskvalster och sällskapsdjur.

Teknologisk Institut har jämfört de inomhusmiljömässiga egenskaperna hos mattor och halvhårda golvbeläggningar (5). Resultaten visade väsentligt större mängder dammavlagringar och en högre andel livsdugliga mikroorganismer i textila golv än på hårda golv. Man fann dock inga skillnader i mängden dammpartiklar på inventarieytor eller partikelinnehåll i rumsluft. 2005 publicerade det tyska astma- och allergiförbundet en rapport som visade att mattor avlägsnar fint damm från inneluften jämfört med släta golv (17). På släta golv var den genomsnittliga koncentrationen av svävdamm $62,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, medan nivån på textila golv var $30,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Studien har emellertid inte expertgranskats och uppger inte finansieringskälla. Den bör därför tolkas med försiktighet. 2015 publicerades en studie, där man undersökte den dammreducerande effekten i klassrum vid kombinerad installation av nya mattor och luftfilter. Kombinationen av mattor och luftfilter hos klassrum i bruk gav 27–43 procent lägre gravimetriska mätningar i luft för PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ och VOC än för släta golv (18). Studien undersökte dock bara kombinationen av matta och luftfilter och kan inte användas för att säga något om bidraget från enbart mattor. Vi hittar därför ingen tydlig dokumentation i expertgranskade tidskrifter om effekten av dammreducerande textila golv.

I motsättning till dessa studier visade en studie av föroreningar inom- och utomhus vid belgiska skolor att förhållandet mellan mängden svävdamm ($< 2,5 \mu\text{m}$) i inne- och uteluft (I/O ratio) var betydligt högre för klassrum med textila golv (I/O ratio 2,53 och 2,75) jämfört med klassrum utan mattor (I/O ratio 1,05 och 1,00). Detta tyder på att textila golv kan öka mängden uppvirvlat damm (19). Tian och medarbetare (20) undersökte hur simulerad gång på golv leder till uppvirvlande damm och hur detta påverkas av bland annat golvtyp.



Studier visar att det förekommer mer damm och allergener i mattor jämfört med släta golv. Textila golv kan dessutom avge flyktiga organiska föreningar, som irriterar slemhinnorna hos känsliga personer. FOTO: COLOURBOX

För partiklar i storleksfraktionen 0,4–3,0 µm var det ingen väsentlig skillnad i mängden uppvirvlat damm på textila golv jämfört med trägolv. För partiklar i storleksfraktionen 3,0–10,0 µm virvlade det upp mer (2–4 gånger) från textila golv jämfört med släta golv. Detta indikerar också att de högre dammängderna som rapporteras i textila golv sannolikt kan ge högre nivåer av uppvirvlat damm. Denna studie är viktig, då det är den enda studien som har undersökt och jämfört uppvirvlande damm från textila golv och släta golv experimentellt.

Tillgänglig litteratur indikerar således att textila golv fungerar som reservoar för dammansamling, men det är fortfarande något oklart i vilken omfattning de bidrar till ökade mängder inhaledbart damm i inneluften.

Användning av textila golv och önskade hälsoresultat

Anställda i skolor med textila golv hade oftare ögonirritation, svullna ögonlock, näs- och luftirritationer (torr/sår hals, rethosta), ansiktsutslag, huvudvärk, onormal trötthet och känslan av att vara förkyld (1, 2). Andelen personer som rapporterade om statisk elektricitet var också högre vid textila golv. Studierna fann dock inget samband mellan textila golv och snuva, täppt näsa, illamående, klåda (ansikte/händer), utslag på händer eller eksem. Att avlägsna mattor i skolbyggnader reducerade symtomen på ögon- och näsirritation, huvudvärk och trötthet till en nivå som motsvarande mattfria lokaler. Interventionen påverkade dock inte halsirritation, hosta och känslan av att vara förkyld. Frågan om de kvarvarande luftvägssymtomen kan bero på mer varaktig hyperreaktivitet i luftvägarna förblir obesvarad. Mattorna i denna studie var gamla (8–10 år) och inga kemiska rengöringsmedel hade använts. Det är därmed föga sannolikt att VOC från mattorna eller rengöringsmedel var orsaken till de upplevda hälsobesvärerna. Studien pekar därför hellre på betydelsen av damm och allergener.

I den danska "Rådhusundersøkelsen" såg man på olika inomhusfaktorerers effekt på förekomsten av slemhinneirritation och allmänna symtom, som trötthet och huvudvärk, hos de anställda (3). Mängden golvdam, typ av golv, antal arbetsplatser på kontoret, byggnadens ålder, typ av ventilation, den så kallade "luddfaktorn" (arealen på textila ytor dividerad med rummets volym) och hyllfaktor associerades med förekomsten av symtom. Det fanns ett tydligt samband mellan slemhinneirritation (irritation/torrhet i öga, näsa och hals) och användning av textila golv med oddskvot OR > 1,5 för filt-mattor och OR > 2,0 för mattor med öglad lugg. Luddfaktorn, men inte textila golv, hade ett tydligt samband med allmänna symtom.

Vid två studier i klimatkammare, utförda i Sverige respektive Danmark och med samma studieprotokoll, observerade man positiva effekter på olika hälsoparametrar (slemhinne- och ögonirritation, torr hud osv.), upplevd kvalitet på inneluft samt kvalitet och hastighet i utförande av arbetsuppgifter efter borttagning av en känd föroreningskälla (äldre textila golv) (21, 22, 23).

I en tvärsnittundersökning bland 5 951 ryska barn (8–12 år) var nya syntetiska mattor och andra syntetiska golv (lagda under de senaste tolv månaderna) kopplade till väsande (ihållande perioder med torrhosta, andningsproblem eller pipande ljud från luftrören, OR 1,70) och allergi (OR 1,39) (24). Man observerade även ett samband med astma, men detta var inte statistiskt säkerställt (OR 1,84). Associationen till samma hälsoresultat var betydligt lägre (OR 1,29, 1,22 respektive 1,26) om det textila golvet var äldre än tolv månader. Det kan indikera att emissioner från nya textila golv, i högre grad än ansamling av damm, var en möjlig orsak till hälsoresultaten. I en senare fall-kontrollstudie med 1 453 vuxna (21–63 år) sågs en indikation på ökad risk för astma förknippad med heltäckningsmattor på arbetsplatsen, men denna var inte statistiskt säkerställd (25). Textila golv i hemmet förknippades inte med astma (OR < 1,00). Inte heller mögel var signifikativt associerat med astma. Kombinationen av textila golv och förekomst av mögel på arbetsplatsen gav dock en väsentligt högre risk för astma (OR 4,64). Man kunde även se en ökning av risken för astma vid en kombination av textila golv och mögel i hemmet, men denna var inte statistiskt säkerställd.

Flera studier har visat ett samband mellan luftvägsinfektioner i barndomen och kronisk luftvägssjukdom (kronisk hosta, bronkit och astma) senare i livet. I en av dessa (26) såg man att fukt och synligt mögel, heltäckningsmattor, sällskapsdjur och passiv rökning i hemmet kunde bidra till regelbundna

luftvägsinfektioner i barndomen. Heltäckningsmattor i bostaden i barndomen var kopplad till en betydligt högre risk för astma som vuxen (OR 1,9).

Inflammationsmarkörer i blodet från 250 barn (6 år gamla) analyserades i samband med renovering inuti bostaden (27). Barnens föräldrar gav information om målarfärg, golvbeläggning och nya möbler. Höjda nivåer av inflammationsmediatorer IL-8 och MCP-1 var relaterade till renoveringsarbeten. I synnerhet nya golvbeläggningar kopplades till ökade nivåer av inflammationsmarkörer. Bland golvbeläggningar var det bara nya heltäckningsmattor som hade en statistisk koppling till höjda blodkoncentrationer av bestämda inflammationsmediatorer (IL-8, IL-6, TNF- α och MCP-1) hos barn.

En fall-kontrollstudie bland 579 barn (12–14 år, varav 193 med astma och 386 utan) i Taiwan undersökte betydelsen av tidig exponering (28). Textila golv som lagts innan barnet fyllt 5 år förknippades med ökad risk för barnastma (OR 2,36) och särskild risk för tidig astmautveckling (OR 2,88). Sen astmautveckling var dock inte statistiskt kopplad till textila golv (OR 2,08, 95 % CI: 0,51–5,43). Det tolkas som att tidiga åtgärder för att minska exponeringen för de undersökta miljöfaktorerna är viktiga för att förhindra barnastma. Mattor i barnets sovrum gav högre risk för sjukhusvistelse på grund av astma (OR 2,69), medan textila golv i andra sovrum än barnets inte var signifikant förknippade med barnastma. Även en australisk fall-kontrollstudie med 22 astmatiska barn och 22 barn utan astma fann att mattor i barnets sovrum gav betydligt högre risk för upprepade sjukhusbesök på grund av astmaanfall (OR 4,07) jämfört med allmän förekomst av textila golv i hemmet, vilka inte uppvisade någon statistiskt säkerställd risk (29). Dessa två studier indikerar att inneklimatförhållanden på barnets sovrum kan vara av särskild betydelse för att hindra utveckling av eller förvärrad barnastma.

I en fransk årskull med 1 879 spädbarn (under 18 månader) associerades både mildt och allvarligt väsande med textila golv (OR 1,39) (30). I en kinesisk tvärsnittsstudie bland 23 326 barn (6–13 år) påvisades en signifikant koppling mellan mattor på sovrummet och en ökad risk för astma (OR 1,94), andningsproblem (OR 1,47) och kronisk hosta (1,40). Studien påvisade dock inget väsentligt samband med allmän läkardiagnostiserad astma eller slembildning i luftvägarna (31).

2009 totalrenoverades en bank på Grönland med nya mattor i lokalerna (32). Efter inflyttning utvecklade 32 av 80 medarbetare (40 procent) symtom, 27 angav eksem, 20 snuva och 4 nässelutslag (urticaria). Eksemet var lokaliserat på händer och/eller underarmar hos 18 medarbetare, i ansiktet hos 10 och på ben/kropp hos 12. Efter att ha avlägsnat mattorna reducerades symptomen kraftigt: 22 av de med eksem blev betydligt bättre, alla förekomster av handeksem försvann och 16 av de med snuva blev bättre. Isothiazolinoner och fumarater, som båda kan ge luftvägs- och hudsymtom, isolerades från mattorna, men studien kunde inte fastslå att dessa föreningar var orsak till symptomen.

I den europeiska OFFICAIR-studien (frågeformulärbaserad tvärsnittsstudie bland 7 441 kontorsanställda) evaluerades byggnadsrelaterade symtom med hjälp av ett så kallat "Building Symptom Index" (BSI) baserat på fem symtom: torra ögon, täppt näsa, torr/irriterad hals, huvudvärk och letargi (utmattning) (BSI-5) (33). En signifikant ökning i BSI observerades i byggnader, där mattor var den vanligaste golvbeläggningen på kontoren.

Interleukin (IL)-13 är ett cytokin (en inflammationsmediator) involverad i alla allergiska responser. Ärftlig variation (genetisk polymorfism) i IL-13-genen har visat sig kunna påverka luftvägarnas hälsa. En nyligen utförd studie såg på vilken betydelse variationer i IL-13-genen har för astmafenotyper (varianter av astmasjukdom med olika kännetecken) i en grupp på 3 577 taiwanesiska barn (34). Information om barnens exponering och sjukdomsstatus inhämtades via ett frågeformulär, som fyllts i av barnens föräldrar. För barn med en bestämd variant (haplotyp) av IL-13-genen fanns det en ökad risk för väsande (OR 1,5). Risken för väsande och astma (efter fem år) ökade betydligt om barn med denna genvariant hade textila golv hemma (OR 2,5 respektive 4,7). Variation i IL-13-genen kunde därmed kopplas till betydande effekter på astmasjukdom hos barn och påvisade att astmasjukdom hade samband med mattanvändning. Resultaten är intressanta, men måste bekräftas i liknande andra studier.

För att identifiera miljöexponeringar förknippade med tidig debut av astma och potentiella ärftliga effekter studerade man 1 085 personer med läkardiagnostiserad astma och sjukdomsdebut vid två år eller äldre (35). Efteråt rapporterade man om barnens exponering för sjutton miljöfaktorer. Närvaron av en eller en kombination av dessa tidiga exponeringar testades för samband med variation i ålder vid astmadebut.



Mattor i barnets sovrum har visat sig ge högre risk för upprepade sjukhusvistelser på grund av astma. FOTO: COLOURBOX

För exponeringar som kunde kopplas till ålder vid sjukdomsdebut testade man dessutom om effekten kunde modifieras av ärftliga varianter, där ett samband med allergisk sjukdom var känt. Fyra miljöexponeringar kunde kopplas till variation i ålder vid astmadebut. Dessa var textila golv hemma, allvarlig luftvägssjukdom, föräldrar som rökte och direkt exponering för föräldrarnas rökning. För personer med tidig debut av astmasjukdom (mellan två och sex år) fanns en ökad sannolikhet för att de hade bott i en bostad med textila golv (OR 1,4) och att de rapporterade en allvarlig luftvägssjukdom före två års ålder, jämfört med astmatiker med senare sjukdomsdebut (OR 2,1). Vidare ökades risken för tidig astmadebut ytterligare om de exponerats för textila golv och allvarlig luftvägssjukdom före två års ålder (OR 3,2). Exponering för föräldrarnas rökning rapporterades i mindre grad av astmatiker med tidig sjukdomsdebut jämfört med senare sjukdomsdebut. Man fann inga interaktioner mellan genvarianter och resultat av miljöexponering. Författarna menar att resultaten indikerar att sjukdomsdebut hos individer med hög risk för att utveckla astma potentiellt kan försenas genom att undvika exponering för textila golv och förhindra allvarlig luftvägssjukdom de första två levnadsåren.

En icke expertgranskad rapport, publicerad 1999 (36), undersökte effekterna hos elever före och efter att man vidtagit åtgärder för att förbättra inneklimatet på skolor i Trondheim. Fyra skolor fick uppgraderad ventilation, tre rensades på mattor och fyra var referensskolor där man inte vidtog några åtgärder alls. "Mattskolorna" uppvisade den största förbättringen efter åtgärden. Betydligt färre personer var illamående och hade koncentrationsproblem. När det gäller klåda, irritation i ögon eller öron och yrsel var det en tydlig tendens till förbättring. Detta höll i sig tills nästa undersökning utfördes ett år senare.

Influenza A- och B-virus har påvisats kunna överleva på hårda, icke porösa ytor i 24–48 timmar, och överföring från sådana ytor till händer är möjlig (37). På textilier och papper överlevde virusen en kortare tid (mindre än 8–12 timmar). Överföring av virus från släta ytor till händer kunde förekomma i 24 timmar och från textilier i 15 minuter. Motsvarande resultat, där andra virustyper överlevde längre på släta ytor, har också visats (38). Om detta har en praktisk betydelse i samband med användning av heltäckningsmattor har inte fastställts. Textila golv kan även vara en reservoar för viruspartiklar (39). På ett sjukhus tog två personer bort textila golv tretton dagar efter det senaste sjukdomstillfället i ett utbrott av norovirus, och

båda blev sjuka. Daglig dammsugning efter utbrottet hade inte avlägsnat viruset. Detta tyder på hur komplex exponeringen kan vara med hänsyn till viruspartiklar och golvbeläggningar. En rad faktorer, bland annat yta, (luft)fuktighet, temperatur och virustyp, har sannolikt en viss betydelse för smitta.

Finns det dokumentation för att textila golv inte är förknippade med hälsoproblem?

Några studier har visat att textila golv har varit förknippade med reducerad prevalens av astma (40, 41, 42, 43). Även i några av studierna som diskuterats ovan framkommer det delresultat, där sambandet mellan textila golv och oönskade hälsoreultat är frånvarande, oklart eller svagt. Detta kan tyda på antingen en sann positiv effekt eller en feltolkning (bias) genom att användningen av textila golv är vanligare hos de som har barn utan ökad risk för astma. Sedan 1970-talet har patienter med astma fått råd om att undvika mattor och hushållskvalster i så hög grad att dessa grupper har färre mattor än de som inte har astma (selektion) (4). Både Zock, Behrens, Skorge och Mommers (40, 41, 42, 43) drar slutsatsen att sådan bias sannolikt är orsaken till sådana fynd i deras studier. Det är särskilt i samband med tvärsnittsstudier av generell astmaförekomst som detta kan vara ett problem. Fall-kontrollstudier och longitudinella studier, samt studier av nydiagnostiserad astma och mängden astmasymtom, kommer sannolikt att vara mindre påverkade av sådana samband.

En studie av orsakerna till okontrollerad astma bland 400 personer med bronkial astma fann ingen påverkan från textila golv i sovrummet (44). Fynden har dock något begränsad betydelse på grund av den låga andelen personer i studien (ca 12 %) som hade textila golv.

I en broschyr från en mattleverantör framställs ett till synes vetenskapligt kunskapsunderlag för att marknadsföra textila golv som luftrenande och hälsofrämjande. Broschyren hänvisar till Zock, Behrens, Skorge och Mommers (40, 41, 42, 43), som talar om en skenbart "skyddande effekt" hos mattor. Dessutom hävdar broschyren att mattor inte bidrar till ökad risk för astma eller allergi, med hänvisning till en artikel av Sauerhoff från 2008 (45). Den finns inte i expertgranskade tidskrifter, men ligger på nätet som ett manuskript framtaget för att skickas in till The International E-Journal of Flooring Sciences (45). Påståendena i denna artikel baseras på ett begränsat urval av delvis icke-identifierbara publikationer och återger lösryckta citat, som i flera fall presenterar en slutsats i direkt kontrast till det som författarna själva står för. Det begränsade urvalet av referenser gör att författaren inte inkluderar översiktsartiklar eller andra artiklar, där mattor identifieras som negativa för hälsan.

Rengöring av släta golv och mattor

Vad vet vi om rengöring av hårda och halvhårda golvmaterial?

Hårda och halvhårda golvmaterial (sten, keramiska plattor, vinyl, linoleum, gummi, parkett) kan rengöras maskinellt med kombinationsmaskiner eller manuellt med mopp (46). Moppen kan användas våt, fuktig eller torr. Man ska helst använda torrare metoder med så lite fuktighet och rengöringsmedel som möjligt. De avlägsnar så gott som all smuts från hårda och halvhårda golvbeläggningar utan att det virvlar upp damm (47). Vid låg nedsmutsning, som i kontorslokaler, räcker det att rengöra golven en gång i veckan. I trafikerade miljöer (korridorer osv.) kan det bildas dammansamlingar ("dammråttor") vid så låg rengöringsfrekvens, men det är i huvudsak ett estetiskt problem som i liten grad skadar inomhusmiljön.

Torrare metoder förutsätter att ytorna är väl underhållna så att de är smutsavvisande. Hårda golv i torra rum kan vårdas med golvvårdsmedel som ger låg avgasning av flyktiga organiska föreningar (VOC), t.ex. ett polymerbaserat poleringssystem. Andra underhållssystem, bland annat oljebehandling av trägolv, kan vara väldigt kostnadskrävande och ge avgasning av VOC till inneluften. Torrpoler och spraypoler kan användas vid enklare underhåll av hårda och halvhårda golvbeläggningar. Polering kan frigöra partiklar och virvla upp damm. Sådana maskiner ska därför vara utrustade med dammkappa och ett effektivt dammuppsamlingssystem.

Vad vet vi om rengöring av heltäckningsmattor?

Till skillnad mot hårda och halvhårda golv är mattor en tredimensionell konstruktion, som är mer eller mindre fritt exponerad mot luften i rummet. Detta ger särskilda utmaningar i fråga om skötsel. Det är otroligt svårt att få bort all smuts från mattor. I en undersökning där man tillförde ett blyhaltigt damm till både mattor och hårda golv, blev de sistnämnda 99–100 procent rena med alla rengöringsmetoder som användes, med undantag av sopning (48). Mattor blev bara 19–67 procent rena, beroende på rengöringsmetod. Den bästa metoden för rengöring av mattor var mattdammsugare med roterande borstmunstycke. Med den här metoden var man tvungen att dammsuga provbiten på 0,63 m² i 8 minuter för att få bort allt blyhaltigt damm.

Ett rengöringssystem för mattor bör bestå av regelbunden dammsugning av hela ytan (minst två gånger i veckan), kontinuerlig fläckborttagning, regelbunden rengöring med mattdammsugare av det belastade området (minst en gång i månaden) samt djuprengöring med extraktion (minst en gång om året).

För att undvika spridning av damm ska man alltid använda dammsugare och mattdammsugare med HEPA-filter, som avlägsnar 99,99 procent av dammpartiklarna i utblåsningsluften. Mattor kan även behöva annat underhåll, som antistatbehandling och impregnering. Det medför ofta användning av oönskade kemiska föreningar, som kvartära ammoniumföreningar, silaner, fluorpolymerer och flyktiga organiska föreningar.

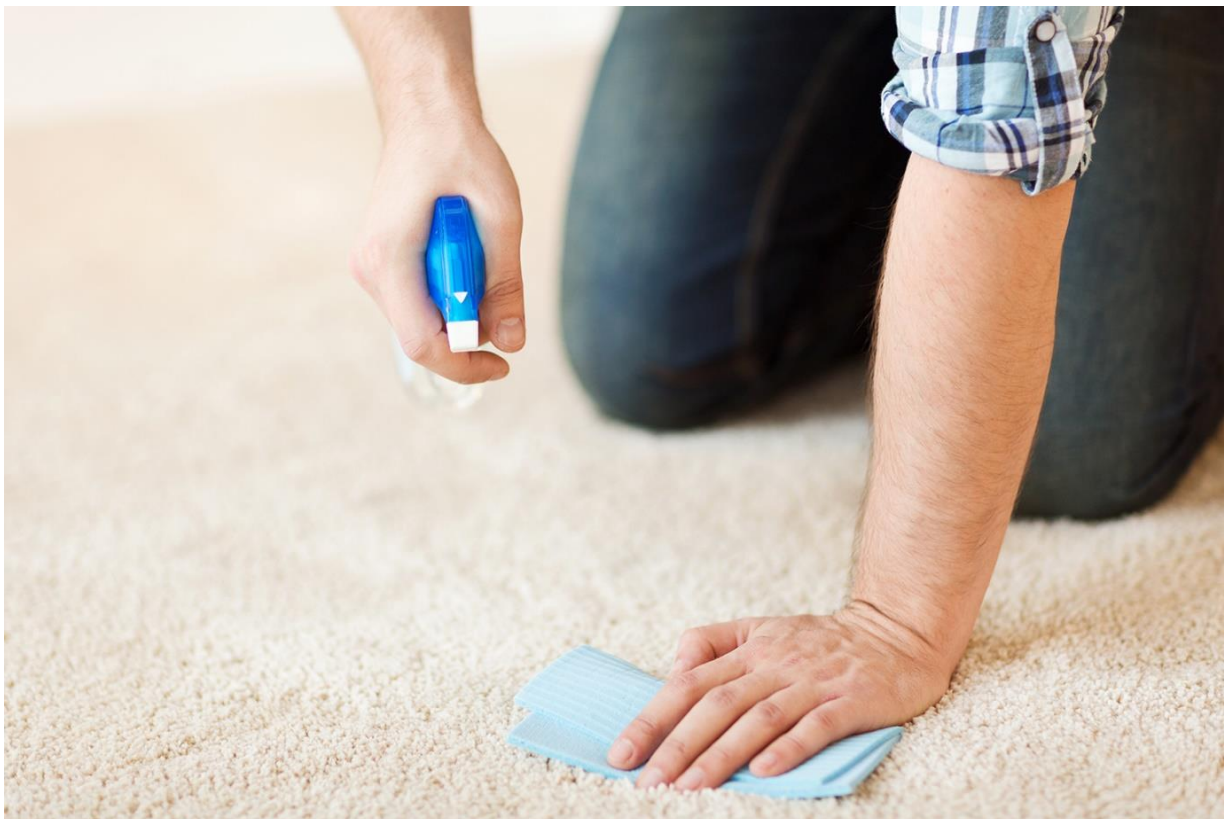
Korrekt utförd rengöring av mattor är betydligt mer resurskrävande än rengöring av hårda eller halvhårda golv i motsvarande miljö. När man beräknar rengöringstiden används ofta så kallade nyckeltal. Medan rengöring med mopp har ett nyckeltal på 0,09–0,13 (torr respektive fuktig rengöring) minuter per kvadratmeter har dammsugning ett nyckeltal på 0,2 minuter per kvadratmeter. Eftersom mattor dessutom måste rengöras oftare än hårda och halvhårda golv kostar rätt rengöring av mattor tre till fyra gånger mer än för hårda golv. Så fungerar det tyvärr inte i praktiken. Rengöring av mattor prissätts normalt på samma sätt som rengöring av hårda golv. Det finns flera orsaker till detta:

- Smuts syns inte lika väl på mattor och man kan därför undvika att göra rent delar av golvet utan att det går ut över den visuella rengöringskvaliteten.
- I Norge har vi ingen tradition av att använda mattdammsugare så detta viktiga inslag i rengöringen av mattor bortfaller ofta.
- Man utsätter ofta mattrengöring med extraktion så länge som möjligt och genomför det inte årligen, som rekommenderat.

På sikt kan föroreningar ansamlas i mattorna och luftkvaliteten i lokalerna försämrats.

Mattornas rengöringsegenskaper beror i högre grad på konstruktion och materialtyper än hos hårda och halvhårda golvbeläggningar. Fläckborttagning är svår på mattor med gummerad baksida och på mattor med nålfilt. Mattor av naturfiber har lägre slitstyrka och sämre beständighet mot kemikalier och fläckar än syntetiska mattor. Både ludd, bärande medium och gummi kan hålla på föroreningar och avge gaser.

En undersökning från Teknologisk Institut jämförde de rengöringstekniska egenskaperna hos mattor och halvhårda golvbeläggningar (5). Lokalerna följdes under ett år och rengjordes två gånger i veckan. I tillägg rengjorde man mattorna på djupet (extraktion) efter ett år. Det var väsentligt större mängder damm-avlagringar på golv med mattor än på hårda golv, och betydligt högre andel livsdugliga mikroorganismer i damm från mattor än i damm från hårda golv. Mattrengöring minskade inte dammängden i mattor eller andelen mikroorganismer i damm från mattor. Undersökningen bekräftar att mattor är svåra att hålla rena och därför kräver oftare rengöring med regelbunden frekvens.



Korrekt utförd rengöring av mattor är betydligt mer resurskrävande än rengöring av hårda eller halvhårda golv i motsvarande miljö. Undersökningar har också visat att mattrengöring inte minskar dammängden eller andelen mikroorganismer i damm från mattor. FOTO: COLOURBOX

Kvalitetsstyrd rengöring

Vid kvalitetsstyrd rengöring avtalas en särskild kvalitetsprofil för de enskilda lokalerna, och man följer regelbundet upp rengöringskvaliteten med visuell kontroll. Vid rengöring värderar städaren vad som krävs för att lokalen ska uppnå avtalad rengöringskvalitet efter rengöring och företar en visuell egenkontroll efter att rengöringen är utförd. Hårda och halvhårda golvbeläggningar är väl lämpade för kvalitetsstyrd rengöring i och med att smuts är väl synlig på de flesta sådana ytor.

Mattor kan dölja stora mängder smuts, och damm ansamlas inte synligt på samma sätt som på hårda och halvhårda golv. Därför kan man inte använda en rent kvalitetsstyrd rengöring med visuell uppföljning. Det måste kombineras med fasta rengöringsfrekvenser för textila golv, där hela arealen dammsugs oavsett om mattorna ser rena ut eller inte.

Andra studier

Kostbar våtrengöring med tvål hade begränsad effekt på förekomsten av kvalster och efter två månader var förhållandena likadana som i utgångspunkten (49). Våtrengöring med dammsugning gav ingen minskning av kvalsterpopulationen. Däremot kunde tillförsel av fukt öka beståndet (50). Användning av sådana rengöringsmetoder ansågs inte att rekommendera. Dammsugning kunde ändra fördelningen av kvalster i textila golv, men var inte effektivt för att avlägsna kvalster (51). I bostäder kan mekanisk ventilation reducera luftfuktigheten (52), vilket gav en viss reduktion av mängden kvalster i mattorna i ventilerade delar av huset. Minskningen blev större vid högeffektiv dammsugning, men gav ingen mätbar reduktion av

bronkial hyperreaktivitet hos exponerade patienter. Enbart högeffektiv dammsugning hade ingen effekt på mängden kvalster.

Olika rengöringsmetoder (dammsugning, ångbehandling, Neem-olja (ett naturligt träextrakt) och benzalkoniumklorid) testades för sin förmåga att inaktivera hushållskvalster, kvalsterallergener och mögel från mattor (53). Ånga hade störst förmåga att inaktivera kvalsterpopulationen. De två fysiska metoderna, ångbehandling och dammsugning, hade ingen statistiskt säkerställd effekt på inaktiveringen av kvalsterallergener, men var mer effektiva än de två kemiska metoderna. Ingen metod var effektiv vid mögel. Trots att ånga kunde inaktivera både kvalster och kvalsterallergener i laboratorium hade ingen av metoderna effekt på kvalster, kvalsterallergener eller mögel i matta (53).

Förebyggande

Hälsan hos personer med astma- och allergiproblem kan påverkas av bland annat förhållanden i inomhusmiljön. Eftersom sjukdomsbilden och vilka faktorer som spelar in varierar från person till person, ligger en stor del av arbetet med att förebygga symtom och sjukdomsepisoder hos den som är sjuk och vederbörandes anhöriga. Det är sällan diagnostiska undersökningar av enskilda personer (exempelvis allergitest) eller mätningar av inomhusmiljöfaktorer ger tydliga råd om val av förebyggande åtgärder. För enskilda personer baseras därför det förebyggande arbetet i hög grad på att prova olika åtgärder och observera det egna tillståndet. Eftersom förekomsten av astma och allergier är hög, i synnerhet bland barn och ungdomar, bör förhållandena läggas tillrätta för att minska exponeringen för det man inte tål. Användning av textila golv är en faktor man eventuellt bör se närmare på. På en arbetsplats är den individuella valfriheten när det gäller åtgärder i samband med rengöringsrutiner, materialanvändning och inredning reducerad.

Samlad bedömning

- Mattor kan fungera som en depå för föroreningar inne, t.ex. dammpartiklar, allergener och andra biologiska föroreningar, som sedan kan spridas på nytt i inomhusmiljön. Det är dock få studier som har undersökt huruvida textila golv leder till ökade mängder damm i ineluften jämfört med släta golv, och det råder fortfarande en viss oklarhet kring detta. Vi hittar ingen tydlig dokumentation om effekten av dammreducerande textila golv.
- Textila golv kan avge flyktiga organiska föreningar, som kan lukta och irritera slemhinnorna hos känsliga personer. De senaste åren tycks emissioner från nya mattor ha avtagit och pågå över kortare tid. Förhållandena under längre tid är beroende av bland annat tillförsel av ämnen, som i sin tur kan ge andra emissioner.
- Hälsosituationen för personer med astma- och allergiproblem kan påverkas av riskförhållanden i bland annat inomhusmiljön. Vid astma/luftvägsallergi bör en omfattande användning av mattor i bostaden vara en av de faktorer man värderar att undvika. På skolor, förskolor och kontor är den individuella valfriheten när det gäller åtgärder i samband med rengöringsrutiner, materialanvändning och inredning reducerad.
- Jämfört med släta golv kräver textila golv en betydligt mer omfattande renhållning och därmed högre kostnader. I praktiken försummas detta ofta eftersom det är enkelt att få ytorna att se rena ut.

- Vi har inte hittat någon expertgranskad dokumentation för att moderna textila golv nu är oproblematiske för inomhusmiljön. Däremot indikerar litteraturen att användning av mattor kan kopplas till en ökad risk för oönskade hälsoresultat i form av astma, allergi och inflammatoriska responser. Vi har inte tillräcklig kunskap för att kvantifiera risken.
- När det gäller effekten av textila golv på mer diffusa hälsoproblem som huvudvärk, trötthet osv. är sambandet något mer oklart.
- Det är också oklart vad det är hos de textila golven som orsakar de rapporterade hälsoeffekterna. Damm och VOC är de mest uppenbara kandidaterna, men den tillgängliga litteraturen ger inte någon entydig klarläggning kring detta.
- Vi anser att man bör iaktta varsamhet vid användning av (heltäcknings)mattor på skolor, förskolor och kontor såvida inte särskilda behov i förhållande till akustik gör att textila golv är att föredra. Akustikproblem kan i många fall lösas på andra sätt än genom att lägga textila golv.
- Det finns fortfarande behov av mer kunskap om möjliga hälsomässiga konsekvenser vid användning av textila golv, i synnerhet nya typer av sådana som har kommit ut på marknaden de senaste åren.
- Vid val av material för att ersätta textila golv bör man göra en grundlig värdering av möjliga effekter på inomhusmiljö och hälsa. Även plast- och vinylgolv tycks vara förknippade med några av desamma hälsoeffekter som textila golv, om än i mindre grad. Detsamma gäller även "luddiga" vägg- och takmaterial, vilket man bör ta hänsyn till vid val av isolering.

Referenser

1. Norbäck D, Torgén M. A longitudinal study relating carpeting with sick building syndrome. *Environment international* 1989; 15: 129–35.
2. Norbäck D, Torgén M, Edling C. Volatile organic compounds, respirable dust, and personality factors related to prevalence and incidence of sick building syndrome in primary schools. *Br J Ind Med* 1990; 47: 733–41.
3. Skov P, Valbjørn O, Pedersen BV. Influence of indoor climate on the sick building syndrome in an office environment. The Danish Indoor Climate Study Group. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16: 363–71.
4. IOM. Clearing the air. Asthma and indoor exposures. Institute of Medicine. National Academy Press Washington DC 2000. (www.nap.edu)
5. Dahl, Inger E., Sverre B. Holøs, Steinar K. Nilsen. 2002. Textile floor coverings as part of indoor environment. I: Levin, Hal, Gina Bendy, Joyce Cordell (red.). *Indoor Air 2002: proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, Monterey, California, June 30; July 5, 2002: 986–91
6. Dybendal T, Elsayed S. Dust from carpeted and smooth floors. VI. Allergens in homes compared with those in schools in Norway. *Allergy* 1994; 49: 210–6.
7. Tranter DC. Indoor allergens in settled school dust: a review of findings and significant factors. *Clin Exp Allergy* 2005; 35:126–36.
8. Causer S, Shorter C and Sercombe J. Effect of floorcovering construction on content and vertical distribution of house dust mite allergen, Der p 1. *J Occup Environ Hyg* 2006; 3:161–8.
9. Matheson MC, Dharmage SC, Forbes AB, Raven JM, Woods RK, Thien FC, Guest DI, Rolland JM, Haydn Walters E, Abramson MJ. Residential characteristics predict changes in Der p 1, Fel d 1 and ergosterol but not fungi over time. *Clin Exp Allergy* 2003; 33: 1281–8.

10. Arbes SJ, Sever M, Mehta J, Collette N, Thomas B, Zeldin DC Exposure to indoor allergens in day-care facilities: results from 2 North Carolina counties. *J Allergy Clin Immunol.* 2005; 116: 133–9.
11. Cho SH, Reponen T, Bernstein DI, Olds R, Levin L, Liu X, Wilson K, Lemasters G. The effect of home characteristics on dust antigen concentrations and loads in homes. *Sci Total Environ* 2006 1; 371: 31–43.
12. Bouillard L, Michel O, Dramaix M, Devleeschouwer M. Bacterial contamination of indoor air, surfaces, and settled dust, and related dust endotoxin concentrations in healthy office buildings. *Ann Agric Environ Med* 2005; 12: 187–92.
13. Allermann L, Wilkins CK, Madsen AM. Inflammatory potency of dust from the indoor environment and correlation to content of NAGase and fungi. *Toxicol In Vitro* 2006; 20: 1522–31.
14. Ashley K, Applegate GT, Wise TJ, Fernback JE, Goldcamp MJ. Evaluation of a standardized micro-vacuum sampling method for collection of surface dust. *J Occup Environ Hyg.* 2007;4: 215-23.
15. Causer SM, Lewis RD, Batek JM Sr, Ong KH. Influence of wear, pile height, and cleaning method on removal of mite allergen from carpet. *J Occup Environ Hyg* 2004; 1(4): 237–42.
16. Salo PM, Sever ML and Zeldin DC. Indoor allergens in school and day care environments. *Allergy Clin Immunol* 2009; 124: 185–92.
17. Winkens A. Gesellschaft für Umwelt- und Innenraumanalytik – GUI, Mönchengladbach, Tyskland; Svævestøv i indeklimaet. Første resultater af undersøgelsen "Svævestøvbelastning i indeklimaet. Dansk översättning. Även publicerad som: http://www.brillux.de/files/produkte/raum-design/daab_t Teppichboden.pdf
18. Scheepers PT, de Hartog JJ, Reijnaerts J, Beckmann G, Anzion R, Poels K, Godderis L. Influence of combined dust reducing carpet and compact air filtration unit on the indoor air quality of a classroom. *Environ Sci Process Impacts* 2015; 17: 316–25.
19. Stranger M, Potgieter-Vermaak SS, Van Grieken R. Comparative overview of indoor air quality in Antwerp, Belgium. *Environ Int* 2007; 33(6): 789–97.
20. Tian Y(1), Sul K, Qian J, Mondal S, Ferro AR. A comparative study of walking-induced dust resuspension using a consistent test mechanism. *Indoor Air* 2014; 24: 592–603.
21. Wargocki P, Wyon DP, Baik YK, Clausen G, Fanger PO. Perceived Air Quality, Sick Building Syndrome (SBS) Symptoms and Productivity in an Office with Two Different Pollution Loads *Indoor Air* 1999; 9: 165–79.
22. Wargocki P, Wyon D, Sundell J, Clausen G, Fanger PO. The Effects of Outdoor Air Supply Rate in an Office on Perceived Air Quality, Sick Building Syndrome (SBS) Symptoms and Productivity. *Indoor Air* 2000; 10: 222–36.
23. Wargocki P, Lagercrantz L, Witterseh T, Sundell J, Wyon DP, Fanger PO (2002) Subjective perceptions, symptom intensity and performance: a comparison of two independent studies, both changing similarly the pollution load in an office, *Indoor Air* 2002, 12, 74–80.
24. Jaakkola JJ, Parise H, Kislitsin V, Lebedeva NI, Spengler JD. Asthma, wheezing, and allergies in Russian schoolchildren in relation to new surface materials in the home. *Am J Public Health* 2004; 94: 560–2.
25. Jaakkola JJ, Ieromnimon A, Jaakkola MS. Interior surface materials and asthma in adults: a population-based incident case-control study. *Am J Epidemiol* 2006; 15; 164: 742–9.
26. Ekici M, Ekici A, Akin A, Altinkaya V, Bulcun E. Chronic airway diseases in adult life and childhood infections. *Respiration* 2008; 75: 55–9.
27. Herberth G, Gubelt R, Röder S, Krämer U, Schins RP, Diez U, Borte M, Heinrich J, Wichmann HE, Herbarth O, Lehmann I; LISApplus study group. Increase of inflammatory markers after indoor renovation activities: the LISA birth cohort study. *Pediatr Allergy Immunol* 2009; 20: 563–70.
28. Chen YC1, Tsai CH, Lee YL. Early-life indoor environmental exposures increase the risk of childhood asthma. *Int J Hyg Environ Health* 2011; 215: 19–25.
29. Vicendese D, Dharmage SC, Tang MLK, Olenko A, Allen KJ, Abramson MJ, Erbas B. Bedroom air quality and vacuuming frequency are associated with repeat child asthma hospital admissions. *J Asthma* 2015; 52(7): 727–31).
30. Herr M, Just J, Nikasinovic L, Foucault C, Le Marec AM, Giordanella JP, Momas JI. Influence of host and environmental factors on wheezing severity in infants: findings from the PARIS birth cohort. *Clin Exp Allergy* 2012; 42: 275–83.

31. Liu F, Zhao Y, Liu YQ, Liu Y, Sun J, Huang MM, Liu Y, Dong GH. Asthma and asthma related symptoms in 23,326 Chinese children in relation to indoor and outdoor environmental factors: the Seven Northeastern Cities (SNEC) Study. *Sci Total Environ* 2014; 497–98: 10–7.
32. Ebbenhøj NE, Agner T, Zimerson E, Bruze M. Outbreak of eczema and rhinitis in a group of office workers in Greenland. *Int J Circumpolar Health* 2015; 74: 27919.
33. Bluysen PM, Roda C, Mandin C, Fossati S, Carrer P, de Kluizenaar Y, Mihucz VG, de Oliveira Fernandes E, Bartzis J. Self-reported health and comfort in 'modern' office buildings: first results from the European OFFICAIR study. *Indoor Air* 2015; 25: 10.1111/ina.12196.
34. Tsai CH, Tung KY, Su MW, Chiang BL, Chew FT, Kuo NW, Lee YL. Interleukin-13 genetic variants, household carpet use and childhood asthma. *PLoS One* 2013; 8:e51970.
35. Ferry OR, Duffy DL, Ferreira MAR. Early life environmental predictors of asthma age-of-onset. *Immun Inflamm Dis* 2014; 2: 141–51.
36. SINTEF Energiforskning, 1999. Godt inneklima i skoler – tiltaksforskning. Evaluering av to inneklimatiltak i Trondheim. ISBN nr. 82-594-1756-1.
37. Bean, B., Moore, B.M., Peterson, L.R., Gerding, D.N. and Balfour, H.H. Survival of influenza viruses on environmental surfaces. *J Infect Dis* 1982; 146, 47–51.
38. Tiwari A, Patnayak DP, Chander Y, Parsad M, Goyal SM. Survival of two avian respiratory viruses on porous and nonporous surfaces. *Avian Dis* 2006; 50: 284–7.
39. Cheesbrough JS, Green J, Gallimore CI, Wright PA, Brown DWG. Widespread environmental contamination with Norwalk-like viruses (NLV) detected in a prolonged hotel outbreak of gastroenteritis. *Epidemiol Infect* 2000; 125, 93–8.
40. 40Zock JP, Jarvis D, Luczynska C, Sunyer J, Burney P; European Community Respiratory Health Survey. Housing characteristics, reported mold exposure, and asthma in the European Community Respiratory Health Survey. *J Allergy Clin Immunol* 2002; 110(2): 285–92.
41. Behrens T, Maziak W, Weiland SK, Rzehak P, Siebert E, Keil U. Symptoms of asthma and the home environment. The ISAAC I and III cross-sectional surveys in Münster, Germany. *Int Arch Allergy Immunol* 2005; 137: 53–61.
42. Skorge TD, Eagan TM, Eide GE, Gulsvik A, Bakke PS. Indoor exposures and respiratory symptoms in a Norwegian community sample. *Thorax* 2005; 60(11): 937–42.
43. Mommers M, Jongmans-Liedekerken AW, Derkx R, Dott W, Mertens P, van Schayck CP, Steup A, Swaen GM, Ziemer B, Weishoff-Houben M. Indoor environment and respiratory symptoms in children living in the Dutch-German borderland. *Int J Hyg Environ Health* 2005; 208(5): 373–81.
44. Al-Zahrani JM, Ahmad A, AL-Harbi A, Khan AM, Al-Bader B, Baharoon S, Shememeri AA, AL-Jahdali H. Factors associated with poor asthma control in the outpatient clinic setting. *Ann Thorac Med* 2015; 10: 100–4.
45. Sauerhoff MW. Carpet, Asthma and Allergies – Myth or Reality. Prepared for Submission to the International E-Journal of Flooring Sciences, May 19, 2008".
<http://referralfw.com/resource/pdf/Carpet,%20Asthma%20and%20Allergies%20Myth%20or%20Reality%20%20-%20Mitchell%20W%20Sauerhoff%20Ph.D.pdf>
46. Nilsen SK. Alt om renhold. Håndbok 4. SINTEF akademisk forlag 2012. SINTEF Byggforsk:
<http://www.sintefbok.no/Product.aspx?secti%20%20onId=0&productId=923&categoryId=17>
47. Schneider, Thomas, Steinar K. Nilsen og Inger Dahl. Cleaning methods, their effectiveness and airborne dust generation. *Building and Environment* 1994; 29: 369–72.
48. Figley DA, Makohon JT, Fugler D. The efficiency of clean-up techniques for removing lead contaminated construction dust from floor coverings. *Proceedings of the 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate – Indoor Air 1993*. Vol. 6, pp. 267–72. Helsinki: Indoor Air '93.
49. de Boer R, van der Hoeven WA, Kuller K. The control of house dust mites in rugs through wet cleaning. *J Allergy Clin Immunol* 1996; 97: 1214–7.
50. Wassenaar DP. Effectiveness of vacuum cleaning and wet cleaning in reducing house-dust mites, fungi and mite allergen in a cotton carpet: a case study. *Exp Appl Acarol* 1988; 4: 53–62.
51. Sercombe JK, Liu-Brennan D, Causer SM, Tovey ER. The vertical distribution of house dust mite allergen in carpet and the effect of dry vacuum cleaning. *Int J Hyg Environ Health* 2007; 210: 43–50.

52. Warner JA, Frederick JM, Bryant TN, Weich C, Raw GJ, Hunter C, Stephen FR, McIntyre DA, Warner JO. Mechanical ventilation and high-efficiency vacuum cleaning: A combined strategy of mite and mite allergen reduction in the control of mite-sensitive asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2000; 105: 75–82.
53. Ong K-H, Lewis RD, Dixit A, MacDonald M, Yang M, Qian A(2014) Inactivation of Dust Mites, Dust Mite Allergen, and Mold from Carpet, *J Occup Environ Hyg* 2014; 11(8): 519–27.