

# Teppegulv, inneklima og helsepåvirkning

## SAMMENDRAG

Bruk av heldekkende teppegulv synes å øke, særlig for å dempe støy i åpne kontorlandskap. Det er påvist negative effekter av heldekkende teppegulv på opplevd inneklima, luftkvalitet og plager hos brukere med astma og allergi.

Jevnlig hevdes at tidligere risikovurderinger er foreldet og at moderne tepper er uproblematisk også for de med astma og allergi. Studier finner imidlertid mer støy og allergener i tepper sammenlignet med glatte gulv. Teppegulv kan i tillegg avgi flyktige organiske forbindelser som kan lukte og virke irriterende på slimhinnene hos følsomme individer.

Sammenlignet med glatte gulv krever teppegulv mer omfattende renhold med høyere økonomiske kostnader. I praksis blir dette ofte forsømt. Vi har ikke funnet fagfelleverdert dokumentasjon for at teppegulv nå er uproblematisk for innemiljøet. Derimot indikerer litteraturen at bruk av teppegulv kan knyttes til økt risiko for uønskede helseutfall i form av forverret astma, allergi og inflammatoriske responser. Det bør derfor fortsatt utvises varsomhet ved bruk av (heldekkende) teppegulv i skoler, barnehager og kontorer med mindre særskilte behov gjør at teppegulv er å foretrekke.

Fortsatt er det behov for mer kunnskap om mulige helsemessige konsekvenser ved bruk av teppegulv, særlig de nyeste produktene.

JAN VILHELM BAKKE<sup>1</sup>, JOHAN ØVREVIK<sup>2</sup>, PER E. SCHWARZE<sup>3</sup>,  
JAN K. HONGSLO<sup>4</sup>, STEINAR NILSEN<sup>5</sup> OG RUNE BECHER<sup>6</sup>

**B**ruk av heldekkende teppegulv synes å øke, særlig for å dempe støy i åpne kontorlandskap, men også i noen grad i skoler og barnehager. Fra 80- og 90-tallet ble det påvist negative effekter av heldekkende teppegulv i kontor, skoler, barnehager og boliger både for opplevd inneklima, luftkvalitet og for plager hos brukere med astma og allergiproblemer (1, 2, 3, 4).

Jevnlig hevdes at tidligere kunnskaper og risikovurderinger er foreldet og at moderne tepper ikke lenger representerer noe problem for inneklima, men nå er gode alternativer, også for personer med astma og allergi. Fra helsehold har man ikke funnet dokumentasjon som støtter dette og derfor anbefalt at teppegulv brukes med varsomhet, særlig der det er barn eller brukere med astma og allergisykdom. Det er derfor ønskelig å vurdere om det foreligger dokumentasjon i fagfelleverderte vitenskapelige tidsskrifter for at teppegulv ikke representerer noe problem for inneklima.

I helserisikovurdering av teppegulv er spesielt to forhold av interesse. Det ene er at teppegulv kan virke som et depot for forurensning inne dvs. at smuss, støvpartikler, allergener og annen biologisk forurensning kan bygge seg opp i teppene. Senere kan forurensningene i teppet frigjøres og gi ny eksponering. Det andre er at teppegulv kan avgi flyktige organiske forbindelser (VOC) som kan lukte og irritere slimhinnene, særlig hos følsomme individer. Tester av emisjoner fra nye tepper indikerer at de har avtatt og har kortere varighet. Forurensning over lenger tid avhenger bl.a. av tilførsel av smuss, pleie- og renholdsmidler og renholdsrutiner (5).

Innledningsvis beskriver vi kunnskap om forurensninger i teppegulv. Deretter gjennomgår vi litteratur om uønskede helseutfall knyttet til teppegulv i ikke-industrielle innemiljø. Studiene består i hovedsak av tverrsnitts- og longitudinelle studier samt intervensjonsstudier som har brukt akseptable vitenskapelige metoder for å studere sammenheng mellom eksponering for tepper og helse- og sensoriske effekter hos brukere. Antall gode studier der man har sett på helse og eksponering samtidig er imidlertid begrenset. Faglitteraturen spesifiserer i liten grad hva slags tepper det er snakk om, dvs. heldekkende teppegulv eller løse tepper. Der studiene er gjort i kontorbygg/på arbeidsplasser er det rimelig å anta at dette involverer heldekkende teppegulv. Det gis lite informasjon om teppenes konstruksjon/oppbygning, renhold, vedlikehold og alder.

## Vurdering av teppers betydning for inneklima og helse

### *Tepegulv som mulig eksponeringskilde*

Det er påvist signifikant høyere mengder støy og allergener i tepper enn på «glatte» gulv (6, 7, 8). I en australsk studie fra 2003 ble det observert redusert eksponering for allergener fra husstøvmidd og ergosterol, en komponent i celleveggen til muggsopp, i boliger der teppegulvene ble fjernet (9). I USA var nivå av allergener fra sopp, hund, katt og husstøvmidd signifikant høyere i støy fra rom med teppegulv enn i rom uten (10). Teppegulv inneholdt større mengder antigener enn gulv uten tepper (11). I Belgia var mengden bakterier forskjellig i ulike typer rom, med

<sup>1</sup> PhD, overlege, Arbeidstilsynet

<sup>2</sup> PhD, seniorforsker, Folkehelseinstituttet

<sup>3</sup> Dr. scient, avdelingsdirektør, Folkehelseinstituttet

<sup>4</sup> Dr. philos, seniorforsker; Folkehelseinstituttet

<sup>5</sup> Cand real seniorforsker; SINTEF Byggforsk

<sup>6</sup> Dr. Scient, seniorforsker, Folkehelseinstituttet

#### KONTAKTADRESSE:

Jan Vilhelm Bakke  
Arbeidstilsynet  
Teknologiveien 22  
NO-2815 Gjøvik  
Jan.bakke@arbeidstilsynet.no



Studier viser at det finnes mer støv og allergener i tepper sammenlignet med glatte gulv. Tepegulv kan i tillegg avgi flyktige organiske forbindelser som irriterer slimhinnene hos følsomme individer. FOTO: COLOURBOX

høyest forekomst i kontorer med tepegulv og lavest der det var glatte gulv (12).

Gulvstøv fra 12 rom i to skoler ble kvantifisert og undersøkt for betennelsesfremmende egenskaper i en cellelinje (epitelceller fra lunge) (13). Det var signifikant mer støv fra teppebelagte rom og teppestøvet var mer betennelsesfremmende enn støvet fra glatte gulv. Gjenvinningsfraksjonen av standardisert støv tilført ulike overflater ved støvsuging var betydelig lavere med grove og porøse overflater sammenlignet med glatte og harde overflater og med lavest gjenvinning fra tepper (14). Dette underbygger at tepper blir et «depot» for tilført forurensning med høyere inflammatorisk potensial.

Det hevdes fra teppeleverandører at tepper med visse typer konstruksjon samler mindre smuss og er lettere å holde rene (f.eks. rette fibre, dvs. de danner ikke en vridning eller løkke som på mer tradisjonelle tekstiltepper). Det har imidlertid blitt rapportert klart høyere konsentrasjo-

ner av allergener fra husstøvmidd i tepegulv, uansett hvordan teppene var bygd opp (løkker eller rette/avkuttete fibre), enn på glatte gulv (observasjonstid 13 mnd) (8, 15). Mengden allergener på tepegulvene var klart høyest i de dypeste lagene av teppene. Teppenes oppbygning hadde lite å si for hvor mye allergener som kunne påvises.

En oversiktsartikkel evaluerte eksponeringsbidraget for allergener innendørs på skoler og barnehager og eventuell betydning for astma og allergisykdom (16). Nivå av middallerger var vesentlig knyttet til klimatiske, geografiske og bygningsrelaterte faktorer. Tepegulv, stoppede møbler og klær var viktige reservoarer og kilder for allergener, spesielt fra husstøvmidd og kjæledyr.

Teknologisk Institutt har sammenliknet de innemiljømessige egenskapene til tepper og halvharde gulvbelegg (5). Resultatene viste vesentlig større mengde støvavsetninger og høyere andel levedyktige mikroorganismer i tepegulv enn på harde gulv.

Imidlertid fant man ingen forskjeller i støvfallsrater på inventaroverflater eller partikkelinnhold i romluft.

I 2005 publisert det tyske astma- og allergiforbundet en rapport som viste at tepper fjerner finstøv fra inneluft sammenlignet med glatte gulv (17). Over glatte gulv var gjennomsnittlig svevestøv konsentrasjon på  $62,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mens med tepegulv var nivået på  $30,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Studien har imidlertid ikke vært fagfellevurdert og opplyser ikke finansieringskilde. Den bør derfor også tolkes med forsiktighet. I 2015 ble det publisert en studie der man undersøkte støvreduserende effekt i klasserom ved kombinert installasjon av nye tepper og luftrensing. Kombinasjonen tepper og luftrensere med klasserom i bruk ga 27–43 % lavere gravimetrisk mål i luft for PM10, PM2,5 og VOC enn for glatte gulv alene (18). Studien undersøkte imidlertid kun kombinasjonen av teppe og luftrensere, og kan ikke brukes til å si noe om bidraget fra tepper alene. Vi finner derfor ingen klar dokumentasjon i fagfelle-

vurderte tidsskrifter for effekt av støvreduserende teppegulv.

I motsetning til disse studiene, fant man i en studie av innendørs og utendørs luftforurensning ved belgiske skoler, at forholdet mellom mengde svevestøv (<2,5 µm) i inneluft og uteluft (indoor:outdoor, I/O ratio) var betydelig høyere for klasserom med teppegulv (I/O ratio 2,53 og 2,75) sammenliknet med klasserom uten teppegulv (I/O ratio 1,05 og 1,00). Dette indikerer at teppegulv kan øke mengden oppvirket støv (19).

Tian og medarbeidere (20) undersøkte hvordan simulert gange på gulv fører til støvoppvirvling, og hvordan dette påvirkes av bl.a. gulvtype. For partikler i størrelsesfraksjonen 0,4–3,0 µm var forskjellene i mengder som ble virvlet opp ikke signifikant forskjellige mellom teppegulv og tregulv. For partikler i størrelsesfraksjonen mellom 3,0–10,0 µm ble det virvlet opp mer (2–4 ganger) fra teppegulv sammenliknet med glatte gulv. Dette indikerer også at de høyere støvmengdene som rapporteres i teppegulv, med sannsynlighet vil kunne gi høyere nivåer av oppvirket støv. Denne studien er viktig, da det er den eneste studien som har undersøkt og sammenliknet støvoppvirvling fra teppegulv og glatte gulv eksperimentelt.

Tilgjengelig litteratur indikerer således at teppegulv virker som reservoar for støvsamling, men det er fremdeles noe uklart i hvilken grad teppegulv bidrar til økte mengder inhalerbart støv i inneluften.

### **Bruk av teppegulv og uønskede helseutfall**

Ansatte i skoler med teppegulv hadde mer øyeirritasjon, hovne øyelokk, og nese- og luftveisirritasjoner (tørr/sår hals, irritasjonshoste), ansiktsutslett, hodepine, unormal trøtthet og fornemmelse av å bli forkjølet (1, 2). Andelen personer som rapporterte om statisk elektrisitet var også høyere for teppegulv. Studiene fant imidlertid ingen sammenheng mellom teppegulv og nesekatarr, tett nese, kvalme, kløe (ansikt/hender) utslett på hender eller eksem. Å fjerne tepper i skolebygg reduserte symptomer på øye- og neseirritasjon, hodepine og trøtthet, til et nivå som tilsvarte teppefri

lokaler. Halsirritasjon, hoste og følelse av å bli forkjølet ble imidlertid ikke påvirket av intervensjonen. Om de vedvarende luftveissymptomene kan skyldes mer varig hyperreaktivitet i luftveiene forblir ubesvart. Teppene i denne studien var gamle (8–10 år) og ingen kjemiske renholdsmidler hadde vært brukt. Det er dermed lite sannsynlig at VOC fra teppene eller rengjøringsmidler var årsaken til de opplevde helseplagene. Studien peker derfor heller på betydningen av støv og allergener.

I den danske «Rådhusundersøkelsen» så man på ulike inneklimafaktorer innvirkning på forekomsten av slimhinneirritasjon og generelle symptomer som tretthet og hodepine blant ansatte (3). Mengdene gulvstøv, type gulv, antall arbeidsplasser på kontoret, bygningens alder, type ventilasjon, såkalt «loddenhetsfaktor» (areal tekstile flater dividert på rommets volum) og hyllefaktor var assosiert med forekomst av symptomer. Det var klar assosiasjon mellom slimhinneirritasjon (irritasjon/tørrhet i øye, nese og hals) og bruk av teppegulv med oddsratio OR >1,5 for filttepper og OR >2,0 for løkkevevde tepper. «Loddenhetsfaktor», men ikke teppegulv, var signifikant assosiert med generelle symptomer.

I to studier i klimakammer, henholdsvis fra Sverige og Danmark, med samme studieprotokoll, observerte man positive effekter på forskjellige helseparametere (slimhinneirritasjon, irritasjon av øyne, tørr hud etc.), opplevd kvalitet på inneluft og kvalitet og hastighet i gjennomføring av arbeidsoppgaver etter fjerning av en kjent forurensningskilde (eldre teppegulv) (21, 22, 23).

I en tverrsnittsundersøkelse blant 5951 russiske barn (8–12 år) var nye syntetiske tepper og andre nye syntetiske gulv (lagt i løpet av siste 12 måneder) knyttet til hvesing (vedvarende perioder med tørrhoste, tetthet eller piping i brystet, OR 1,70) og allergi (OR 1,39) (24). Sammenheng med astma ble også observert, men var ikke statistisk signifikant (OR 1,84). Assosiasjon med de samme helseutfallene var betydelig lavere (OR, h.h.v. 1,29, 1,22 og 1,26) dersom teppegulvet var eldre enn 12 måneder. Det kan indikere at emisjoner fra

nye teppegulv, i større grad enn støvoppsamling, var mulig årsak til helseutfallene. I en senere kasus-kontrollstudie med 1453 voksne (21–63 år) fant de indikasjon på økt risiko for astma assosiert med vegg-til-vegg-tepper på arbeidsplassen, men denne var ikke statistisk signifikant (25). Teppegulv i hjemmet var ikke assosiert med astma (OR <1,00). Heller ikke muggsopp var signifikant assosiert med astma. Men kombinasjonen av teppegulv og forekomst av muggsopp på arbeidsplassen ga betydelig økt risiko for astma (OR 4,64). En økning i risiko for astma ved kombinasjon av teppegulv og muggsopp i hjemmet, ble også observert, men denne var ikke statistisk signifikant.

Flere studier har vist en sammenheng mellom luftveisinfeksjoner i barndommen og kronisk luftveissykdom (kronisk hoste, kronisk bronkitt og astma) senere i livet. I en av disse (26) fant man at fukt og synlig mugg, heldekkende teppegulv, kjæledyr og passiv røyking i hjemmet kunne medvirke til hyppige luftveisinfeksjoner i barndommen. Heldekkende teppegulv i boligen i barndommen var knyttet til en signifikant økt risiko for astma som voksen (OR 1,9).

Betennelsesmarkører i blod fra 250 seks år gamle barn ble analysert i forbindelse med innendørs oppussing hjemme (27). Opplysninger om maling, gulvbelegg og nye møbler ble gitt av barnas foreldre. Forhøyede nivåer av betennelsesmediatorene IL-8 og MCP-1 var relatert til oppussingsaktiviteter. Særlig nye gulvbelegg var knyttet til økte nivåer av betennelsesmarkører. Blant gulvbelegg var det bare nye heldekkende tepper som var signifikant knyttet til forhøyede blodkonsentrasjoner hos barna av bestemte betennelsesmediatorer (IL-8, IL-6, TNF-α and MCP-1).

En kasus-kontrollstudie blant 579 barn (12–14 år; 193 med astma og 386 friske kontroller) i Taiwan undersøkte betydningen av tidlig eksponering (28). Teppegulv lagt innen barnet var fem år var assosiert med økt risiko for barneastma (OR 2,36), og spesielt risiko for tidlig astmautvikling (OR 2,88). Sen astmautvikling var imidlertid ikke signifikant assosiert med teppegulv (OR 2,08, 95% CI: 0,51–



Teppegulv på barnets soverom er vist å gi høyere risiko for gjeninnleggelse i sykehus på grunn av astma. FOTO: COLOURBOX

5,43). Det tolkes slik at tidlige tiltak for å redusere eksponeringen for de undersøkte miljøfaktorene er viktige for å forhindre barneastma. Teppegulv på barnets soverom ga høyere risiko for astmainnleggelse (OR 2.69). Teppegulv på andre soverom enn barnets var ikke signifikant assosiert med barneastma. Også en australsk kasus-kontrollstudie med 22 astmatiske barn og 22 kontroller uten astma fant at teppegulv på barnets soverom ga betydelig høyere risiko for gjeninnleggelse på sykehus på grunn av astmaanfall (OR 4.07) sammenliknet med generell forekomst av teppegulv i hjemmet som ikke viste noen signifikant risiko (29). Disse to studiene indikerer at innneklimaforhold på barnets soverom kan være av særskilt betydning for å hindre utvikling eller forverring av barneastma.

I en fransk fødselskohort med 1879 spebarn (under 18 mnd) var både mild og alvorlig hvesing assosiert med teppegulv (OR 1,39) (30). I en kinesisk tverrsnittstudie blant 23326 barn (6–13 år) var teppegulv på soverom-

met signifikant knyttet til økt risiko for astma (OR 1,94), hvesende pust (OR 1.47) og kronisk hoste (1,40). Det var imidlertid ingen signifikant sammenheng med generell lege-diagnostisert astma eller slimdannelse i luftveiene (31).

I 2009 ble en bank på Grønland totalrenovert med nye tepper i lokalene (32). Etter innflytting utviklet 32 av 80 arbeidstakere (40 %) symptomer, 27 anga eksem, 20 snue og 4 elveblest (urticaria). Eksemet var lokalisert på hender og/eller underarmer hos 18, i ansiktet hos 10 og på ben/kropp hos 12 medarbeidere. Etter å ha fjernet teppene ble symptomene sterkt redusert, 22 av de med eksem ble betydelig bedre, alle tilfellene med håndeksem forsvant og 16 av de med snue ble bedre. Isothiazolinoner og fumarater som begge kan gi både luftveis- og hudsymptomer ble isolert fra teppene, men studien kunne ikke fastslå at disse forbindelsene var årsak til symptomene.

I den europeiske OFFICAIR-studien (spørreskjemasbasert tverrsnittstudie blant 7441 kontoransatte) ble byg-

ningsrelaterte symptomer evaluert ved hjelp av en såkalt Building Symptom Index (BSI) basert på fem symptomer: tørre øyne, tett nese, tørr/irritert hals, hodepine og letargi (utmattelse) (BSI-5) (33). En signifikant økning i BSI ble observert i bygninger der teppegulv var det hyppigst brukte gulvbelegget i kontorene.

Interleukin (IL)-13 er et cytokin (betennelsesmediator) involvert i allergiske responser. Arvelig variasjon (genetisk polymorfisme) i IL-13-genet er vist å kunne påvirke helseutfall i luftveiene. En nylig studie så på betydningen variasjoner i IL-13-genet har for astmafenotyper (varianter av astmasykdom med forskjellige karakteristika) i en gruppe på 3577 taiwanske barn (34). Informasjon om barnas eksponeringer og sykdomsstatus ble innhentet via et spørreskjema utfyllt av barnas foreldre. For barn med en bestemt variant (haplotype) av IL-13-genet, var det økt risiko for hvesing (OR 1,5). Risikoen for hvesing og astma (etter fem år) økte betydelig dersom barn

med denne genvarianten hadde teppegulv hjemme (OR på henholdsvis 2,5 og 4,7). Variasjon i IL-13-genet kunne således knyttes til signifikante effekter på type astmasykdom hos barn og at astmasykdom hadde sammenheng med teppebruk. Resultatene er interessante, men må bekreftes i tilsvarende andre studier.

For å identifisere miljøeksponeringer assosiert med tidlig debut av astma og potensielle arvelige påvirkninger, studerte man 1085 individer med legediagnostisert astma og sykdomsdebut ved to års alder eller eldre (35). Det ble rapportert i ettertid om barnas eksponering for 17 miljøfaktorer. Tilstedeværelse enkeltvis eller kombinasjoner av disse tidlige eksponeringene ble testet for sammenheng med variasjon i alder ved astmadebut. For eksponeringer som kunne knyttes til alder ved sykdomsdebut, testet man videre om effekten kunne modifiseres av arvelige varianter der en sammenheng med allergisk sykdom var kjent. Fem miljøeksponeringer kunne knyttes til variasjon i alder ved astmadebut; disse var teppegulv hjemme, alvorlig luftveissykdom, far som røyket og direkte eksponering for fars røyking. For individer med tidlig debut av astmasykdom (mellom to og seks år) var det økt sannsynlighet for at de hadde bodd i et hus med tepper (OR 1,4) og at de rapporterte en alvorlig luftveissykdom før to års alder sammenlignet med astmatikere med senere sykdomsdebut (OR 2,1). Videre var risikoen for tidlig astmadebut ytterligere økt hvis eksponering for teppegulv og alvorlig luftveissykdom begge skjedde før to års alder (OR 3,2). Eksponering for fars røyking ble i mindre grad rapportert av astmatikere med tidlig sykdomsdebut sammenlignet med senere sykdomsdebut. Man fant ingen interaksjoner mellom genvarianter og effektutfall av miljøeksponering. Forfatterne mener resultatene indikerer at sykdomsdebut hos individer med høy risiko for å utvikle astma, kan potensielt forsinkes ved å unngå eksponering for teppegulv og forhindre alvorlig luftveissykdom de to første leveårene.

En ikke fagfelleurdert rapport publisert i 1999 (36) undersøkte effek-

ter hos elever før og etter to inneklimateiltak på skoler i Trondheim. Fire skoler fikk oppgradert ventilasjon, tre fikk fjernet tepper og fire skoler var referanseskoler hvor tiltak ikke ble gjennomført. For «teppeskolene» kom den største bedringen da tiltaket var utført. Det var signifikant færre personer med kvalme, uvelhet og konsentrasjonsproblemer. For kløe og svie i øynene og svimmel eller ør var det en tydelig tendens til bedring. Dette holdt seg til neste undersøkelse ble utført ett år senere.

Influenza A- og B-virus er vist å kunne overleve på harde, ikke porøse overflater i 24–48 timer og overføring fra slike overflater til hender var mulig (37). På tekstiler og papir overlevde virusene kortere (mindre enn 8–12 timer). Overføring av virus fra glatte overflater til hender kunne forekomme i 24 timer og fra tekstiler (tissues) i 15 minutter. Tilsvarende resultater der andre virustyper overlevde lenger på glatte overflater er også vist (38). Om dette har praktisk betydning i forbindelse med bruk av teppegulv er uavklart. Teppegulv kan også være reservoar for viruspartikler (39). På et sykehus fjernet to personer teppegulv 13 dager etter siste sykdomstilfelle i et utbrudd av Norovirus og begge ble syke. Daglig støvsuging etter utbruddet hadde ikke fjernet virus. Dette indikerer hvor kompleks eksponeringen kan være mht. viruspartikler og gulvbelegg. En eventuell betydning for smitte vil sannsynligvis avhenge av en rekke faktorer som overflate, (luft) fuktighet, temperatur og virustype.

#### ***Finnes det dokumentasjon for at teppegulv ikke er forbundet med helseproblemer?***

Noen studier har vist at teppegulv har vært assosiert med redusert prevalens av astma (40–43). Også i noen av studiene diskutert i avsnittet over, fremkommer det delresultater hvor sammenhenger mellom teppegulv og uønskede helseutfall er fraværende, uklare eller svake. Dette kan indikere enten en sann positiv effekt eller en feiltolkning (bias) ved at det forekommer en hyppigere bruk av teppegulv hos de som har barn uten økt risiko for astma. Siden 70-tallet har pasienter med astma

fått råd om å unngå tepper og husstøvmidd i en så stor grad at disse gruppene har mindre tepper enn de som ikke har astma (seleksjon) (4). Både Zock, Behrens, Skorge og Mommers (40–43) konkluderer at slik bias er sannsynlig årsak til slike funn i deres studier. Det er spesielt i forbindelse med tverrsnittstudier av generell astmaforekomst at dette kan være et problem. Kasus-kontrollstudier og longitudinelle studier, samt studier av ny-diagnostisert astma og hyppighet av astmasymptomer, vil med sannsynlighet være mindre påvirket av slike sammenhenger.

En studie av årsaker til ukontrollert astma blant 400 individer med bronkial astma fant ingen påvirkning fra teppegulv på soverommet (44). Funnene har imidlertid noe begrenset utsagnskraft på grunn av den lave andelen som hadde teppegulv i studien (ca 12%).

I en brosjyre fra en teppeleverandør fremstilles et tilsynelatende vitenskapelig kunnskapsunderlag for å markedsføre teppegulv som luftrensende og helsefremmende. Det vises til Zock, Behrens, Skorge og Mommers (40–43) som kan vise tilsynelatende «beskyttende effekt» av tepper. Det hevdes videre at tepper ikke medvirker til økt risiko for astma eller allergi med referanse til en artikkel av Sauerhoff fra 2008 (45). Den er ikke å finne i fagfelleurderte tidsskrifter, men ligger på nettet som et manuskript laget for innsending til *The International E-Journal of Flooring Sciences* (45). Påstandene i denne artikkelen baseres på sterkt selekterte og dels ikke identifiserbare publikasjoner med bruk av løsevrene sitater som i flere tilfelle presenterer motsatt konklusjon av det forfatterne selv står for. Det selektive utvalget av referanser gjør at forfatteren ikke inkluderer oversiktsartikler eller andre artikler der tepper identifiseres som negative for helse.

## **Renhold av glatte gulv og tepper**

### ***Hva vet vi om renhold av harde og halvharde gulvmaterialer?***

Harde og halvharde gulvmaterialer (stein, keramiske fliser, vinyl, linoleum, gummi, parkett) kan

rengjøres maskinelt med kombinasjonsmaskiner eller manuelt ved mopping [46]. Mopper kan brukes våte, fuktige eller tørre. Helst brukes tørrere metoder med så lite fuktighet og rengjøringsmidler som mulig. De fjerner så godt som all smuss fra harde og halvharde gulvbelegg uten at det virvles opp støv [47]. Ved lav smussbelastning som i kontorlokaler, er det tilstrekkelig å rengjøre gulvene en gang i uka. I trafikkerte miljøer (korridorer etc.) kan det dannes støvaggater («hybelkaniner») ved så lav rengjøringsfrekvens, men det er primært et estetisk problem som i liten grad skader innemiljøet.

Tørrere metoder forutsetter at overflatene er godt vedlikeholdt slik at de er smussavvisende. Harde gulv i tørre rom kan vedlikeholdes med gulvpleiemidler med lav avgassing av flyktige organiske forbindelser (VOC), for eksempel et polymerbasert polish-system. Andre vedlikeholdssystemer, for eksempel oljebehandling av tregulv, kan være svært kostnadskreven og gi avgassing av VOC til innelufta. Tørrpolering og spraypolering kan brukes til lettere vedlikehold av harde og halvharde gulvbelegg. Polering kan frigjøre partikler og gi oppvirvling av støv. Slike maskiner må derfor være utstyrt med støvkappe og et effektivt støvoppsamlingsystem.

#### *Hva vet vi om renhold av heldekkende tepper?*

Tepper er, i motsetning til harde og halvharde gulv, en tredimensjonal konstruksjon som er mer eller mindre fritt eksponert mot romluften. Dette gir spesielle utfordringer i forhold til renhold. Det er svært vanskelig å fjerne alt smuss fra tepper. I en undersøkelse hvor det ble tilført et blyholdig støv til både tepper og harde gulv ble de harde gulvene 99–100 % rene med alle rengjøringsmetodene som ble benyttet unntatt feiing [48]. Tepper ble kun 19–67 % rene avhengig av metode. Den beste metoden for rengjøring av tepper var teppebørstesuger med roterende børstemunnstykke, og med denne metoden måtte man støvsuge prøvestykket på 0,63 m<sup>2</sup> i åtte minutter før alt blystøvet var fjernet.



Fjerning av tepper i skoler er vist å redusere symptomer som hodepine, tretthet og øye- og neseirritasjoner blant både elever og lærere. FOTO: COLOURBOX

Et renholdssystem for tepper bør bestå av hyppig støvsuging av hele flaten minimum to ganger i uken, samt løpende flekkfjerning, jevnlig teppebørstesuging av belastede arealer minst én gang i måneden og dyprensing med ekstraksjon minst én gang i året

For å unngå spredning av støv må det alltid benyttes støvsugere og teppebørstesugere med HEPA-filter som fjerner 99,99 % av finstøvet fra utblåsinglufta. Tepper kan også trenge annen pleie som antistat-behandling og impregnering. Det medfører gjerne bruk av uønskede kjemiske forbindelser som kvartære ammoniumforbindelser, silaner, fluorpolymerer og flyktige organiske forbindelser.

Riktig utført renhold av tepper er vesentlig mer ressurskrevende enn renhold av harde eller halvharde gulv i tilsvarende miljø. Ved beregning av rengjøringstid benyttes gjerne såkalte nøkkeltall. Mens mopping har et nøkkeltall på 0,09 (tørr)–0,13 (fuktig) minutter pr. kvadratmeter har støvsuging et nøkkeltall på 0,20 minutter pr. kvadratmeter. Siden tepper i tillegg krever hyppigere rengjøring enn harde og halvharde gulv, vil riktig rengjøring av tepper koste 3–4 ganger mer enn for harde. I praksis er det dessverre ikke slik. Rengjøring av tepper prises normalt likt med rengjøring

av harde gulv. Det er flere årsaker til det:

- smuss synes ikke så godt på tepper, og man kan derfor unnlate å gjøre rent deler av gulvet uten at det går ut over den visuelle rengjøringskvalitet
- vi har ikke tradisjon for å bruke teppebørstesugere i Norge, så dette viktige elementet i rengjøring av tepper kuttet gjerne ut
- tepperens med ekstraksjon utsettes gjerne så lenge som mulig og foretas ikke årlig som anbefalt

På sikt kan forurensninger akkumuleres i teppene og luftkvaliteten i lokalene forringes.

Rengjøringssegenskapene til tepper avhenger i større grad av konstruksjon og materialtyper enn harde og halvharde gulvbelegg. Flekkfjerning er vanskelig på tepper med skummet bakside og på tepper med nålefilt. Tepper av naturfiber har lavere slitestyrke og dårligere bestandighet mot kjemikalier og flekker enn syntetiske tepper. Både luv, bærelag og skum kan holde på forurensninger og avgi gasser.

En undersøkelse fra Teknologisk Institutt sammenliknet rengjørings-tekniske egenskaper til tepper og halvharde gulvbelegg [5]. Lokalene ble fulgt over ett år og ble rengjort no ganger pr. uke. Teppene ble i tillegg dyprenset (ekstraksjon) etter ett år.

Det var vesentlig større mengde støvavsetninger på gulv med tepper enn på harde gulv og vesentlig høyere andel levedyktige mikroorganismer i støv fra tepper enn i støv fra harde gulv. Tepperens reduserte ikke støvmengde i tepper eller andel mikroorganismer i støv fra tepper. Undersøkelsen bekrefter at tepper er vanskelige å holde rene og derfor krever hyppig renhold med faste frekvenser.

#### **Kvalitetsstyrt renhold**

Ved kvalitetsstyrt renhold avtales en bestemt kvalitetsprofil for de enkelte lokaler, og rengjøringskvaliteten følges opp jevnlig ved visuell kontroll. Ved rengjøring vurderer renholderen hva som er nødvendig å gjøre for at lokalet skal oppnå avtalt rengjøringskvalitet etter renhold og foretar en visuell egenkontroll etter at renhold er utført. Harde og halvharde gulvbelegg er godt egnet for kvalitetsstyrt renhold i og med at smuss er godt synlig på de fleste slike overflater.

Tepper kan skjule store mengder smuss, og støv danner ikke synlige aggregater på samme måte som på harde og halvharde gulv. Derfor kan det ikke benyttes et rent kvalitetsstyrt renhold med visuell oppfølging. Det må kombineres med faste rengjøringsfrekvenser for teppegulvene hvor hele arealet støvsuges uansett om teppene ser rene ut eller ei.

#### **Andre studier**

Kostbar våtrengjøring med såpe av tepper hadde begrenset effekt på middforekomst og forholdene var ikke forskjellig fra utgangspunktet etter to måneder (49). Våtrensing med støvsuging ga ingen reduksjon av middpopulasjonen. Derimot, kunne tilførsel av fuktighet øke bestanden (50). Bruk av slike renholdsmetoder ble ansett som ikke tilrådelig. Støvsuging kunne endre fordelingen av midd i teppegulv, men var lite effektivt til å fjerne midd (51). I boliger kan mekanisk ventilasjon redusere luftfuktigheten (52). Det ga en viss reduksjon av antall midd i teppene i ventilerte deler av huset. Reduksjonen ble større ved høyeffektiv støvsuging, men det ga ingen målbar reduksjon av bronkial hyperreaktivitet hos eksponerte pasienter. Høyeffektiv støvsuging alene hadde ingen effekt på antall midd.

Forskjellige rensemetoder (støvsuging, dampbehandling, Neem-olje (et naturlig tre-ekstrakt) og benzalkoniumklorid) ble testet for evne til å inaktivere husstøvmidd, husstøvmiddallergener og mugg fra tepper (53). Damp hadde størst evne til å inaktivere middpopulasjonen. De to fysiske metodene, damp og støvsuging, hadde ikke statistisk signifikant effekt på inaktivering av middallergener, men var mer effektive enn begge de kjemiske metodene. Ingen metode hadde effekt på mugg. Selv om damp kunne inaktivere både midd og middallergener i laboratorium hadde ingen av metodene effekt på midd, middallergener eller mugg i teppet (53).

#### **Forebygging**

Helse hos personer med astma- og allergiplager kan blant annet påvirkes av forhold i innemiljø. Siden sykdomsbildet og hvilke faktorer som spiller inn varierer fra person til person, vil mye av arbeidet med å forebygge symptomer og sykdomsepisoder ligge hos den som er syk og de pårørende. Det er sjelden diagnostiske undersøkelser av enkeltpersoner (for eksempel allergitester) eller målinger av innemiljøfaktorer gir klare råd om valg av forebyggende tiltak. For den enkelte vil derfor det forebyggende arbeidet i stor grad være basert på prøving av tiltak og observasjon av egen tilstand. Siden forekomsten av astma og allergier er høy, særlig blant barn og unge, bør forholdene legges til rette for å redusere eksponeringen for det en ikke tåler. Bruk av teppegulv er et forhold man eventuelt bør se nærmere på. På en arbeidsplass vil den individuelle valgfriheten på tiltakssiden mht. renholdsrutiner, materialbruk og innredning være redusert.

#### **Samlet vurdering**

- Teppegulv kan virke som et depot for inneklimateforurensning som støvpartikler, allergener og annen biologisk forurensning som senere på nytt kan avgis til innemiljø. Det er imidlertid få studier som har undersøkt hvorvidt teppegulv fører til økte mengder støv i inneluften sammenlignet med glatte

gulv, og det hersker fremdeles noe uklarhet rund dette. Vi finner ingen klar dokumentasjon for effekt av støvreduserende teppegulv.

- Teppegulv kan avgi flyktige organiske forbindelser som kan lukte og virke irriterende på slimhinnene hos følsomme individer. Emisjoner fra nye tepper synes de senere år å ha avtatt og pågå over kortere tid. Forholdene over lenger tid vil være avhengig av bl.a. tilførsel av stoffer som så kan gi andre emisjoner.
- Helsesituasjonen til personer med astma- og allergiplager kan påvirkes av risikoforhold blant annet i innemiljøet. Ved astma/luftveisallergi bør utstrakt bruk av teppegulv i boligen være blant de forhold man vurderer å unngå. I skoler, barnehager og kontorer er den individuelle valgfriheten på tiltakssiden mht. renholdsrutiner, materialbruk og innredning redusert.
- Sammenlignet med glatte gulv krever teppegulv et betydelig mer omfattende renhold med dertil følgende økonomiske kostnader. I praksis blir det ofte forsømt fordi det er lett å få overflatene til å se rene ut.
- Vi har ikke funnet fagfelleverdert dokumentasjon for at moderne teppegulv nå er uproblematisk for innemiljøet. Derimot indikerer litteraturen at bruk av teppegulv kan knyttes til økt risiko for uønskede helseutfall i form av astma, allergi og inflammatoriske responser. Vi har ikke nok kunnskap til å kvantifisere risikoen.
- Når det gjelder effekter av teppegulv på mer diffuse helseplager som hodepine, tretthet, osv., er sammenhengen noe mer uklar.
- Det er heller ikke klart hva ved teppegulvene som forårsaker de rapporterte helseeffektene. Støv og VOC er de mest åpenbare kandidatene, men den tilgjengelige litteraturen gir ikke noe entydig avklaring rundt dette.
- Vi mener det bør utvises varsomhet ved bruk av (heldekkende) teppegulv i skoler, barnehager og kontorer med mindre særskilte behov mht. akustikk gjør at teppegulv er å foretrekke. Akustikkproblemer kan i mange tilfeller løses på andre måter enn ved å legge teppegulv.

- Det er fortsatt behov for mer kunnskap om mulige helsemessige konsekvenser ved bruk av teppegulv, særlig nye typer (heldek-kende) teppegulv som har kommet på markedet de siste årene.
- Ved valg av materialer for å erstatte teppegulv, bør det gjøres en grundig vurdering av mulige effekter på innelima og helse. Også plast-/vinylgulv synes å være assosiert med enkelte av de samme helseeffektene som teppegulv, om enn i mindre grad. Det samme gjelder også «lodne» vegg- og takmaterialer, noe som bør tas hensyn til ved valg av lydemping.

#### REFERANSER

- Norbäck D, Torgén M. A longitudinal study relating carpeting with sick building syndrome. *Environment international* 1989; 15: 129–35.
- 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.
- 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.
- IOM. Clearing the air. Asthma and indoor exposures. Institute of Medicine. National Academy Press Washington DC 2000. ([www.nap.edu](http://www.nap.edu)).
- 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.*
- 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.
- Tranter DC. Indoor allergens in settled school dust: a review of findings and significant factors. *Clin Exp Allergy* 2005; 35:126–36.
- Causser 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Causser 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.
- Salo PM, Sever ML and Zeldin DC. Indoor allergens in school and day care environments. *Allergy Clin Immunol* 2009; 124: 185–92.
- Winkens A. Gesellschaft für Umwelt- und Innenraumanalytik – GUI, Mönchengladbach, Tyskland; Svævestøv i indeklimaet. Første resultater av undersøgelsen «Svævestøvbelastning i indeklimaet. Dansk oversettelse. Også publisert som: [http://www.brillux.de/files/produkte/raum-design/daab\\_teppeichboden.pdf](http://www.brillux.de/files/produkte/raum-design/daab_teppeichboden.pdf).
- Scheepers PT, de Hartog JJ, Reijnders 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.
- Stranger M, Potgieter-Vermaak SS, Van Grieken R. Comparative overview of indoor air quality in Antwerp, Belgium. *Environ Int* 2007; 33(6): 789–97.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Ekici M, Ekici A, Akin A, Altinkaya V, Bulcun E. Chronic airway diseases in adult life and childhood infections. *Respiration* 2008; 75: 55–9.
- Herberth G, Gubelt R, Röder S, Krämer U, Schins RP, Diez U, Borte M, Heinrich J, Wichmann HE, Herbarth O, Lehmann I; LISAPlus study group. Increase of inflammatory markers after indoor renovation activities: the LISA birth cohort study. *Pediatr Allergy Immunol* 2009; 20: 563–70.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 North-eastern Cities (SNEC) Study. *Sci Total Environ* 2014; 497–98: 10–7.
- Ebbehoj 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.
- Bluyssens 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.
- 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.
- Ferry OR, Duffey DL, Ferreira MAR. Early life environmental predictors of asthma age-of-onset. *Immun Inflamm Dis* 2014; 2: 141–51.
- SINTEF Energiforskning, 1999. Godt innelima i skoler – tiltaksforskning. Evaluering av to innelimatiltak i Trondheim. ISBN nr. 82-594-1756-1.
- 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.
- 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.
- 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.
- Zock JP, Jarvis D, Luczynska C, Sunyer J,



Riktig utført renhold av tepper er vesentlig mer ressurskrevende enn renhold av harde eller halvharde gulv. FOTO: COLOURBOX



- 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-%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.