

By og Byg Resultater 009

Fugt, ventilation, skimmel- svampe og husstøvmider

En tværsnitundersøgelse i lejligheder



Statens Byggeforskningsinstitut
Danish Building and Urban Research

Fugt, ventilation, skimmel- svampe og husstøvmider

En tværsnitundersøgelse i lejligheder

Lars Gunnarsen

Titel	Fugt, ventilation, skimmelsvampe og husstøvmider
Undertitel	En tværsnitundersøgelse i lejligheder
Serietitel	By og Byg Resultater 009
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2001
Forfatter	Lars Gunnarsen
Sprog	Dansk
Sidetæl	33
Litteratur-henvisninger	Side 26
English summary	Side 27-28
Emneord	Indeklima, ventilation, fugt, skimmelsvampe, husstøvmider, lejligheder
ISBN	87-563-1088-9
ISSN	1600-8049
Pris	Kr. 72,50 inkl. 25 pct. moms
Tekstbehandling	Winnie Larsen
Forsidefoto	Lars Gunnarsen
Tryk	BookPartner, Nørhaven digital A/S
Udgiver	By og Byg Statens Byggeforskningsinstitut, P.O. Box 119, DK-2970 Hørsholm E-post by-og-byg@by-og-byg.dk www.by-og-byg.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *By og Byg Resultater 009: Fugt, ventilation, skimmelsvampe og husstøvmider. En tværsnitundersøgelse i lejligheder. (2001)*

Indhold

Forord	4
Sammenfatning og konklusion.....	5
Konklusion.....	6
Introduktion	8
Formål	8
Metode	9
Resultater.....	10
Udeklimaet under undersøgelsen	10
Det første spørgeskema.....	11
Lejlighedernes størrelse og indretning.....	12
Temperatur, fugt og ventilation i lejlighederne	14
Husstøvmider og skimmelvækst	17
Det andet spørgeskema.....	19
Byggevarers modstandsevne mod skimmelsvampevækst.....	21
Diskussion.....	23
Litteratur.....	26
Summary.....	27
Bilag 1. Det første spørgeskema	29
Bilag 2. Det andet spørgeskema	31

Forord

Lidt over en tredjedel af Danmarks samlede energiforbrug anvendes i boligerne, og lidt under en tredjedel af dette forbrug anvendes i forbindelse med boligventilation. Disse store energiforbrug skal ses i lyset af at tilstrækkelig luftudskiftning i boliger er afgørende for en god bolighygiejne. Det er derfor uhyre vigtigt at have et godt grundlag for at fastsætte kravene til opvarmning og ventilation af boliger, så det sikres, at energi ikke spildes unødvendigt i forbindelse med opretholdelsen af et godt indeklima.

For meget fugt i konstruktioner og indeluft kan give gener og forøget forekomst af sygdomme som fx allergi og astma hos beboerne. Dette hænger sammen med, at høj fugtighed kan give skimmelsvampevækst og mange husstøvmider. Forekomsten af fugtrelaterede problemer er betydelig i mange boliger.

Derfor har Statens Byggeforskningsinstitut undersøgt sammenhænge mellem ventilation, materialevalg, adfærd og forekomsten af skimmelsvampe og husstøvmider i et tværsnit af danske lejligheder. Det er undersøgt, om særlige temperatur-, fugt- og ventilationsforhold fremmer forekomsten af skimmelsvampevækst. Energikonsekvenserne af nogle forebyggende foranstaltninger er vurderet. Rapporten indeholder desuden nogle konkrete anbefalinger vedrørende ventilation, indretning og bolighygiejnisk adfærd for at forebygge skimmelsvampevækst.

Energiministeriets Forskningsprogram (ENS j.nr. 1213/98-0028 under programmet "Energianvendelse i bygninger, inklusive solenergi") har støttet den største del af undersøgelsen vedrørende ventilation og skimmelsvampevækst. Sundhedsstyrelsen og Sygekassernes Helsefond har givet supplerende bevillinger, der har gjort det muligt at medtage en undersøgelse af forekomsten af husstøvmider. Fugt har afgørende betydning både for mider og skimmelsvampevækst. Derfor har det været fordelagtigt at kunne gennemføre undersøgelserne samlet.

Morten Miller og Morten Reeslev fra Mycotek har målt enzymer fra skimmelsvampe i prøver taget på overfladematerialer ved mistanke om skimmelsvampevækst. Kristian Fog Nielsen fra Statens Byggeforskningsinstitut har optalt kolonier af skimmelsvampe på aftryksplader. Thorkil Hallas, Fonden til allergiforskning ved Rigshospitalet, har optalt husstøvmider i støvprøver. Endelig har Lotte Pia Ulstrup og Boye Hørbye fra Statens Byggeforskningsinstitut stået for data- og prøveindsamling i de mange lejligheder.

By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut
Afdelingen for Energi og Indeklima
Maj 2001

Erik Christophersen
Forskningschef

Sammenfatning og konklusion

Flere undersøgelser har vist en sammenhæng mellem forhøjet fugt og gener og sygdomme, som fx allergi og astma blandt beboere. Dette kan skyldes, at vækst af skimmelsvampe forekommer, når konstruktionerne regelmæssigt eller i længere perioder har et vandindhold, der svarer til ligevægt med luft med over 75 % RH, og at husstøvmider trives bedst ved relativ fugtighed over 45 % RH. Vækst af skimmelsvampe kan resultere i produktion af sporer, som indeholder allergener, og flere typer af skimmelsvampe producerer endvidere stærke giftstoffer - de såkaldte mykotoksiner. Ekskrementer fra husstøvmider og deres hudskellet indeholder ligeledes allergener, og op mod en tredjedel af befolkningen har udviklet overfølsomhed over for disse.

Projektet havde til formål at undersøge sammenhænge mellem boligventilation, materialevalg, forekomsten af husstøvmider og skimmelsvampevækst i typiske boliger samt at vurdere konsekvenserne for energiforbruget af forskellige forebyggende foranstaltninger. På den baggrund var det endvidere målet at give konkrete anbefalinger for udformning og vedligeholdelse af boligventilation samt bolighygiejnisk adfærd for at forebygge husstøvmider og skimmelsvampevækst.

På baggrund af et tilfældigt udtræk fra BBR-registret suppleret med beboeroplysninger fra CPR-registeret udsendte Statens Byggeforskningsinstitut en opfordring til at deltage i undersøgelsen til 600 beboere i leje-lejligheder. ca. 100 accepterede at deltage, og der blev gennemført målinger i 87 lejligheder.

Lejlighederne blev gennemgået for misfarvninger og lugte, der kunne tyde på vækst af skimmelsvampe. Ved selv svag mistanke blev der foretaget måling. Middelluftskiftet i soveværelset og i resten af lejligheden blev ligeledes målt. Temperaturen og den relative fugtighed blev løbende målt i soveværelset tæt ved sengen i samme højde som oversiden af madrassen. Der blev i hver lejlighed indsamlet to støvprøver til efterfølgende optælling af mider under mikroskop. Den ene prøve blev opsamlet lige under det øverste lagen i sengen, og den anden prøve blev taget på gulvet i soveværelset, hvor man normalt ville træde ud af sengen. Få timer efter indsamling blev prøverne frosset ned, hvilket slog miderne ihjel og konserverede prøverne indtil optællingen kunne foregå. Beboerne fik udleveret et spørgeskema om deres oplevelse af gener, helbredsproblemer, indeklimaets kvalitet og deres bolighygiejniske adfærd. Der blev endvidere gennemført en laboratorieundersøgelse, hvor en række byggevarers modstandsevne mod skimmelsvampevækst blev undersøgt.

Luftskiftet var i gennemsnit $0,71 \text{ h}^{-1}$, hvilket er næsten dobbelt så stort, som tilsvarende målinger har vist i nyere enfamiliehuse. Omkring 30 % af lejlighederne havde dog et luftskifte i soveværelset under $0,5 \text{ h}^{-1}$. Beboernes oplysninger gav mistanke om skimmelvækst i 22 % af lejlighederne. Signifikant vækst blev fundet både med Mycometer test og agar aftryk i 13 % af de undersøgte lejligheder. Væksten blev hovedsageligt fundet i badeværelser og køkkener.

Der var kun 4 lejligheder, som havde mere end 100 husstøvmider per m^2 , hvilket anses for at være grænsen for sensibilisering af beboerne for allergener fra husstøvmider. Udfra tidligere undersøgelser var det overraskende, at der i gennemsnit blev fundet flere mider på gulvene end i sengene. Belægningen på soveværelsesgulvet var meget afgørende for mideforekomsten. Der var signifikant flere mider på gulve med væg til væg tæpper end på andre typer gulvbelægning. Det havde dog ikke signifikant betydning for mideforekomsten i sengene, at der var ca. fire gange så mange mider på tæp-

pebelagte gulve som på glatte gulve. Absolut fugtighed i soveværelser var signifikant korreleret med forekomsten af mider i sengen.

Fugtforholdene var bedre, end tilsvarende undersøgelser har vist i nyere enfamiliehuse. Dette har formodentlig været medvirkende til, at forekomsten af mider generelt var lav. Tidligere undersøgelser har ikke vist, at der findes flere mider på gulvet i soverum end i sengen. Grunden til de mange mider på gulvene i soverummene kan være, at luftfugtigheden generelt har været lav, og at miderne så søger til det, for dem, bedste mikroklima. Dette kan ofte være nede i et tæppe. Det gælder særligt, hvis tæppet er lagt på et koldt gulv. I bunden af sådan et tæppe kan den relative fugtighed være høj, hvis tæppet har gode varmeisoleringssegenskaber. Der vil sikkert også være en tendens til, at netop beboerne i lejligheder med kolde gulve ønsker at lægge tæpper på gulvene.

De fleste lejligheder i undersøgelsen var i etageejendomme med yder-, inder- og indvendige vægge af tegl eller beton, hvor forekomsten af skjult skimmelvækst normalt er lav. Det er dog sandsynligt, at der var enkelte lejligheder, hvor de anvendte ikke-destruktive metoder overså en skjult skimmelsvampevækst.

Under laboratorieforsøgene blev der ikke konstateret skimmelsvampevækst ved 70 % RH. De fleste byggevarer med organiske materialer fik konstateret vækst ved 80 % RH, og de ikke organiske materialer kunne modstå 90 % RH.

Konklusion

Der blev ikke fundet en generel sammenhæng mellem udeluftskifte, indeluftens fugtindhold og forekomsten af skimmelsvampevækst og husstøvmider på bygningsdele.

Beboernes adfærd - særligt i forbindelse med tøjtørring - er afgørende for fugtforholdene i lejligheder. Fugtproblemer vil i mange tilfælde kunne forebygges af en bedre bolighygiejnisk adfærd, hvor bl.a. tøjtørring i stuer og værelser ikke forekommer.

Den relative luftfugtighed i soverum er ofte høj, fordi mange har en lav temperatur her. Det er vigtigt, at alle rum i en lejlighed opvarmes for ikke at ophobe fugt og fugtrelaterede problemer i de kolde rum.

Konsekvenserne for energiforbruget vil være ubetydelige ved en mere hensigtsmæssig adfærd i forbindelse med tøjtørring m.m. Men der må forventes et mindre merforbrug til opvarmning af boliger på baggrund af en anbefaling om at hæve temperaturen i soverum om dagen.

13 % af lejlighederne fik med sikkerhed konstateret skimmelsvampevækst. Dette tal tyder på, at et betydeligt antal lejligheder har alvorlige fugtproblemer. Men tallet er betydeligt mindre end de 22 %, hvor beboerne angav, at de havde fugtskjolder eller mugpletter. Der blev udelukkende anvendt ikke-destruktive metoder, og derfor kan enkelte lejligheder alene med skjult skimmelsvampevækst være blevet overset.

De fleste byggevarer kan modstå 70 % RH i længere tid uden at få skimmelsvampevækst. Så høje fugtigheder forekommer kun meget sjældent i rummene. Den konstaterede vækst skyldes derfor i overvejende grad lokale forhold i forbindelse med vandskader, kuldebroer eller utilstrækkelig fugtisolering.

Det absolutte fugtindhold i luften i soveværelser er afgørende for forekomsten af husstøvmider i senge, men ikke for forekomsten andre steder.

Det kan virke overraskende, at der ikke er fundet nogen sammenhæng mellem forekomsten af skimmelsvampe og husstøvmider og den relative fugtighed i soverummene. Heller ikke udeluftskiftets størrelse eller forekomsten og driften af ventilationsinstallationer har haft nogen betydning. Grunden til de manglende sammenhænge kan være, at mange fugtkilder afgiver

mere vand ved lave luftfugtigheder, og at udeluftens fugtindhold har varieret en del i måleperioden.

Der blev i de fleste tilfælde fundet flere husstøvmider på gulvet i soveværelset end i sengen. Gulvbelægningen i soveværelset er afgørende for antallet af mider på gulvet. Der var langt flere mider på soveværelsesgulve med væg til væg tæpper end på andre gulvbelægnings.

Der er et betydeligt behov for bedre kendskab blandt beboerne til forekomst, funktion og brug af udeluftventiler og installationer for udsugning fra køkken, toilet og baderum.

Introduktion

Fugtforholdene i boliger kan være afgørende for luftvejsgener, allergi og astma. Sundell (Sundell, 1994) viste med en undersøgelse i Sverige, at der blandt beboerne i boliger med høj luftfugtighed i indeluften er forøget forekomst af luftvejssymptomer og allergi. Tilsvarende resultater blev fundet af Spengler et al. (Spengler et al., 1993) i Nordamerika.

Der kan være flere årsager til dette. Nevalainen (Nevalainen, Hyvärinen, Pasanen & Reponen, 1994) og Jaakkola (Jaakkola, Jakkola & Routsalainen, 1993) viste, at en del af generne skyldes allergener og giftstoffer fra den forøgede forekomst af skimmelsvampevækst i fugtige boliger.

Husstøvmider i boliger har generelt ikke problemer med at finde føde, men hvis fugtigheden kommer under 40-45 % RH, har de svært ved at overleve på grund af udtørring. Flere studier - blandt andet af Korsgaard (Korsgaard, 1994) - har vist allergiske reaktioner i forbindelse med husstøvmider blandt beboerne i fugtige boliger.

Sundell (Sundell, 1994) skrev, at fugtige boliger giver anledning til flere gener, end det er muligt at forklare alene på baggrund af den forøgede forekomst af mider og skimmel. Han anførte, at høj fugtighed ofte samvarierer med reduceret ventilation og dermed måske med forhøjede koncentrationer af andre typer luftforurening i indeluften. Det kan også tænkes, at den uheldige adfærd blandt beboerne, der fører til forhøjet luftfugtighed, kan give anledning til andre uheldige påvirkninger af mennesker. Her skal blot nævnes, at gaskomfurer uden emhætte kan være en betydelig kilde både til fugt og en række andre forureninger af indeluften.

Der er således et betydeligt behov for at gennemføre en undersøgelse af ventilationsforholdene samt omfanget af forhøjet fugtighed, skimmelsvampevækst og forøget forekomst af husstøvmider i danske lejligheder.

Formål

Projektets formål var at undersøge, om boligventilation og materialevalg har betydning for forekomsten af husstøvmider og skimmelsvampevækst i typiske lejligheder samt at vurdere de energimæssige konsekvenser af forskellige forebyggende foranstaltninger. På den baggrund var det endvidere målet at give konkrete anbefalinger for udformning og vedligeholdelse af ventilation i lejligheder samt for bolighygiejnisk adfærd for at forebygge mod forekomst af husstøvmider og skimmelsvampevækst.

Metode

600 leje-lejligheder i cirka 30 udvalgte kommuner blev udtrukket tilfældigt fra BBR-registret. Beboerne fik, med baggrund i adresseoplysninger fra CPR-registret, et brev, hvori de blev opfordret til at deltage i undersøgelsen. Sammen med brevet fik de tilsendt det første spørgeskema (vist i bilag 1). Spørgeskemaet blev returneret af 170 beboere.

Heraf indvilgede ca. 105 beboere i at deltage i de videre undersøgelser. Statens Byggeforskningsinstitut gennemgik lejligheden, foretog målinger og opsatte udstyr til registreringer over den efterfølgende uge. Beboerne fik endvidere udleveret et andet spørgeskema (vist i bilag 2) om deres oplevelse af gener, helbredsforhold og indeklimaets kvalitet i lejligheden. Temperaturen og den relative fugtighed blev målt løbende med små dataloggere af typen Tinytalk. De blev opsat i soveværelset tæt ved sengen i samme højde som oversiden af madrassen. Målingerne foregik i 5-10 dage, indtil beboerne returnerede rørene til ventilationsmålingerne, dataloggerne og spørgeskemaet med posten.

Der blev i hver lejlighed indsamlet to støvprøver til efterfølgende optælling af mider under mikroskop. Hver prøve blev opsamlet med ALK-sampler under støvsugning af 2 m² i løbet af 2 minutter. Den ene prøve blev opsamlet lige under det øverste lagen i sengen, og den anden prøve blev taget på gulvet i soveværelset, hvor man normalt ville træde ud af sengen. Få timer efter indsamling blev prøverne frosset ned, hvilket slog miderne ihjel og konserverede prøverne, indtil optællingen kunne foregå.

Lejlighederne blev gennemgået for misfarvninger og lugte, der kunne tyde på skimmelsvampevækst. Ved selv svag mistanke blev der foretaget en måling med mycometermetoden (Reeslev & Miller, 2000).

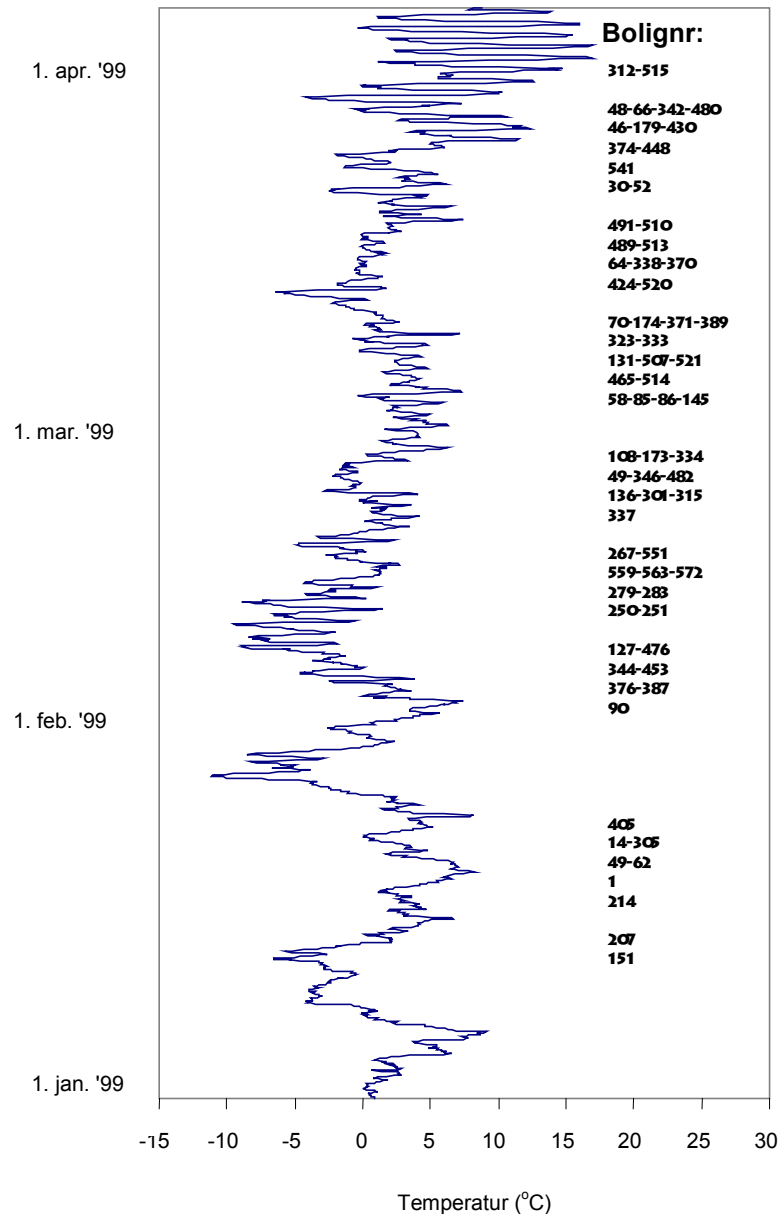
Middelluftskiftet i soveværelset og i resten af lejligheden blev målt med sporgas og passiv opsamling - den såkaldte PFT-teknik (Bergsøe, 1992).

Som en separat del af undersøgelsen blev nogle materialer til brug i lejligheder testet for deres modstandsevne mod skimmelsvampevækst i forbindelse med høj fugtighed. Prøveemnerne var både homogene byggevarer og sammensatte konstruktionsdetaljer, som fx gipsplader med savsmuldstapet påført akrylmaling. Tre prøveemner i størrelsen 20 x 14 cm² blev fremstillet af en række nye materialer. Derefter blev emnerne prækonditioneret i 3 måneder i et rum med 65 % RH og 23 °C. Det blev beregnet, hvor meget vand materialerne yderligere ville optage for at komme i ligevægt med henholdsvis 70, 80 og 90 % RH. Prøveemnerne blev placeret i polyetylen bokse og vandmængden blev tilsat. Boksene blev forsejlet i polyætylen poser og herefter steriliseret med røntgenstråler. Herefter blev poserne fjernet, og de sterile materialer blev podet med en blanding af 15 udvalgte skimmelsvampe. I overensstemmelse med den tidligere tilførte vandmængde blev prøveemnerne herefter placeret i klimakamre, hvor temperaturen var 25 +/-1 °C og henholdsvis 70, 80 og 90 % RH. Efter 7 måneder blev skimmelsvampevæksten opgjort med Mykometermetoden.

Resultater

Udeklimaet under undersøgelsen

Figur 1 viser temperaturen udendørs i de tre måneder, hvor dataindsamlingen foregik. Samtidig viser figuren også tidspunkterne for besøg i de enkelte lejligheder.



Figur 1. Forløbet af udetemperaturen under undersøgelsen og tidspunkterne for de enkelte besøg i lejlighederne.

Udetemperaturen i januar til april 1999 varierede 5-10 °C mellem nat og dag og døgnmiddeltemperaturen var mellem -6 °C og 12 °C. Det har gennem hele perioden været forbundet med træk- og kuldegener at foretage vinduesudluftninger.

Det første spørgeskema

170 spørgeskemaer blev returneret ud af de 600, der blev udsendt til tilfældigt udvalgte beboere. Af de 170 returnerede skemaer var de 105 villige til at deltage i de videre undersøgelser. Besvarelserne giver et indtryk af indretning og adfærd i et tværsnit af danske lejligheder. Men den lave svarprocent på 28 % kan have påvirket resultaterne en del. Tabel 1 viser oplysninger om beboerne. Det ses, at der var en overrepræsentation af kvinder, og at det generelt var små husholdninger.

Tabel 1. Oplysninger om beboerne. Tallenes spredning er vist i ().

Kvinder / mænd %	Tid siden indflytning år	Antal voksne be- boere	Antal børn	Daglig tid uden nogen hjemme timer
58 / 42	8,7 (11,3)	1,4 (0,5)	0,4 (0,9)	6,2 (3,3)

Tabel 2. viser ventilationsmulighederne i lejlighedernes rum. Tabel 3 viser beboernes adfærd af betydning for luftskifte. Tabel 4 viser oplysninger om beboernes bolighygiejniske adfærd.

Tabel 2. Ventilationsmuligheder i lejlighedernes rum (tallene i %).

	Oplukkelige vinduer	Udeluftventiler	Udsugning ***)
Køkken *)	94	18	41
Baderum	40	11	73
Soverum **)	96	23	1

*) 31 % anførte, at de havde emhætte med aftræk, og 15 % at de havde recirkulerende emhætte. Dette er ikke medregnet under "Udsugning".

**) Ingen anførte at have "Både indblæsning og udsugning af luft" i soverum.

***) Opført som "Ventilationsåbning eller rist i loft eller indervæg" eller "Udsugningsventilator i ydervæg" i spørgeskemaet.

Tabel 3. Oplysninger om beboernes adfærd af betydning for luftskifte (tallene i %).

	Udluftning med gen- nemtræk	Brug af emhætte eller anden udluftning, når der laves varm mad	Ventilation eller anden udluftning efter badning
Dagligt	74	74	82
Mindst hver 14. dag	21	13	9
Ikke inden for sidste 14 dage	5	14	10

Tabel 4. Oplysninger om beboernes bolighygiejniske adfærd (tallene i %).

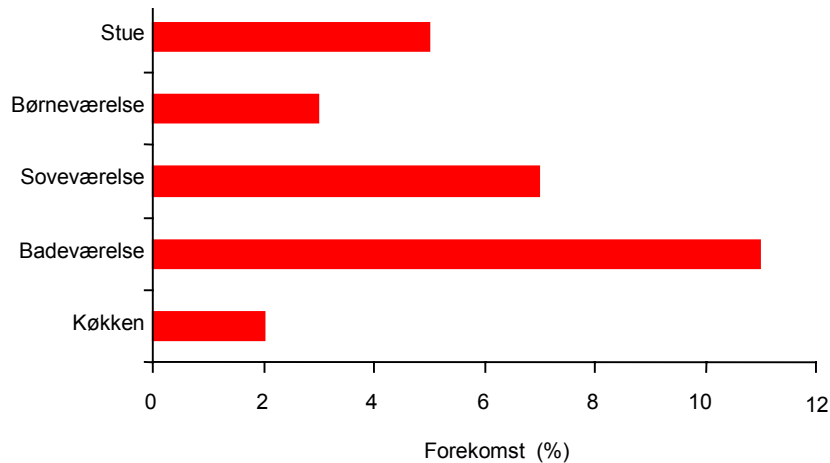
	Luftning af dyner	Støvsugning	Anden rengøring
Dagligt	27	11	14
Mindst hver 14. dag	43	81	79
Ikke inden for sidste 14 dage	30	7	8

Beboerne besvarede også spørgsmål om tøjtørring og udformning af vinduerne. Til spørgsmålet om hvor større portioner af tøj normalt blev tørret, svarede 33 %, at det normalt foregik i sove- og opholdsrum og 58 %, at det normalt foregik uden for boligen. 21 % tørrede tøj i baderum, 21 % i tørre- eller vaskerum, og endelig anvendte 36 % tørretumbler. Adfærden i forbindelse med tøjtørring kan således i flere tilfælde være en betydelig kilde til fugt i lejlighederne.

Langt de fleste havde vinduer med to lag glas. 7 % oplyste, at de kun havde et-lagsruder, mens 80 % havde termoruder eller koblede rammer, 5 % havde forsatsruder, og 7 % havde tre-lagsruder eller energiruder.

I forbindelse med fugt og skimmelsvamp angiver 20 %, at der kommer dug midt på deres ruder i soveværelset om efteråret. Dette tyder på for høj fugtighed i lejligheder med mindst to-lagsruder. Men når 80 % fortæller, at de har gardinerne trukket for, er det vanskeligt at give sikre udsagn i den forbindelse.

I 14 % af lejlighederne havde beboerne konstateret fugtskader inden for det sidste halve år. Dette kunne være i forbindelse med fx utætte rør eller tage. I kun 8 % af disse var fugtskadernes årsag afhjulpet. 22 % af lejlighederne havde fugtskjolder eller mugpletter på vægge eller lofter. Figur 2 viser, hvordan disse skjolder og pletter var fordelt mellem lejlighedernes rum.

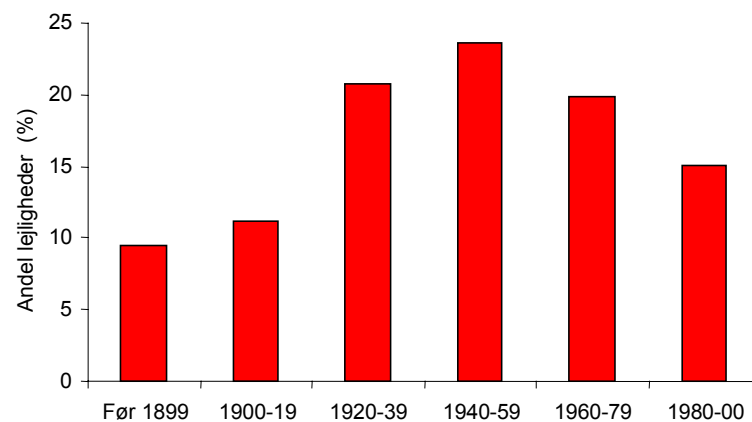


Figur 2. Fordelingen af fugtskjolder eller mugpletter på vægge eller lofter i lejlighedernes rum.

14 % af skjolderne var over 100 x 100 cm, og de resterende var ligeligt fordelt mellem størrelserne mindre end 50 x 50 cm og størrelsen imellem de to målangivelser.

Lejlighedernes størrelse og indretning

Lejlighedernes alder blev bestemt efter BBR-registrets oplysninger om bygningernes opførelsesår. Fordelingen af lejlighedernes alder er vist i figur 3.



Figur 3. Fordelingen af lejlighedernes alder.

Der blev gennemført besøg i 87 lejligheder. 77 % af lejlighederne var bebyggende i etageejendomme med 3-7 etager, 20 % var kæde-, gård- eller rækkehuse med højst 2 etager, og endelig var 3 % af lejlighederne i højere huse med 8 etager eller derover.

Det blev registreret, at kun 6 % havde ruder med et lag glas uden forsatsvinduer, hvilket var på linie med det første spørgeskema, hvor 7 % havde svaret sådan på spørgeskemaet.

Tabel 5 viser oplysninger om størrelsen af de undersøgte lejligheder. Målene er taget inde i lejlighederne, og arealet af ydre og indre vægge er således ikke medregnet.

Tabel 5. Oplysninger om størrelsen af de undersøgte lejligheder i m² (spredningen vist i parentes).

Hel bolig	soverum	stue	køkken	toilet
42,6	12,3	20,7	9,5	3,1
(15,3)	(4,7)	(6,3)	(6,6)	(1,1)

Registreringen af installationer til ventilering af rummene adskilte sig på nogle punkter fra beboernes besvarelser af det første spørgeskema, der blev vist i tabel 2.

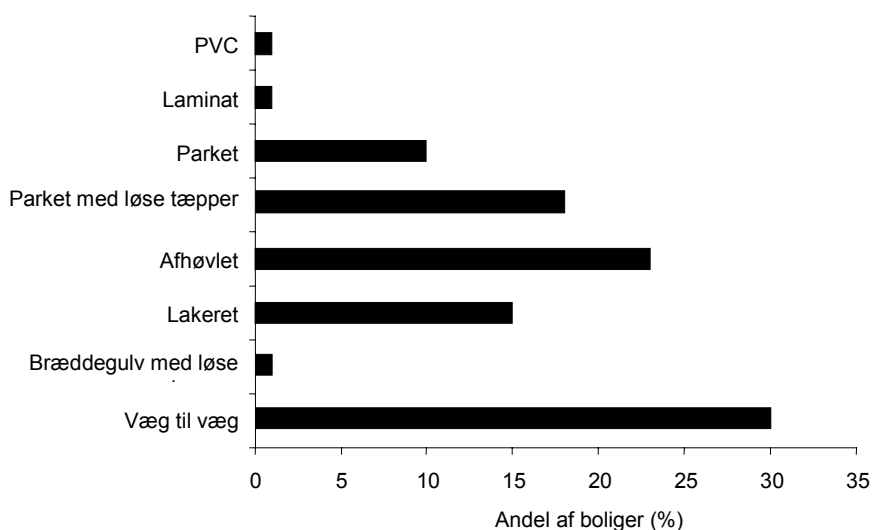
I køkkenet havde 65 % udsugning, og 50 % havde udeluftventiler, hvilket er betydeligt over beboernes oplysninger om, at henholdsvis 41 % og 18 % havde sådanne foranstaltninger. Desuden havde 34 % en emhætte med aftræk, hvilket ikke adskiller sig fra beboernes oplysninger om, at 31 % havde emhætte, og 98 % havde oplukkelige vinduer, som forventet.

I baderummene mente 73 %, at der var udsugning, mens registreringen fandt, at det var tilfældet i 90 % af rummene. 38 % havde oplukkelige vinduer eller døre til det fri, og 12 % havde udeluftventiler, hvilket var i overensstemmelse med beboernes oplysninger.

I soverummene havde 44 % udeluftventiler, hvor kun 23 % af beboerne havde anført i spørgeskemaet, at de havde det. 2 % havde udsugning fra soverummet.

Disse betydelige forskelle mellem beboernes viden om udsugning og udeluftventiler i de forskellige rum og den faktiske forekomst tyder på, at mange beboere ikke er opmærksomme på tilstedeværelse, funktion og brug af disse installationer.

Figur 4 viser gulvbelægningen i de undersøgte lejligheders soverum. Det ses, at cirka 30 % har væg til væg tæpper, og næsten alle andre har parket eller bræddegulv. Kun få har PVC eller laminat på gulvet.



Figur 4. Gulvbelægningen i de undersøgte soveværelser.

Vægbeklædningen i de undersøgte lejligheders soveværelser var i 85 % af tilfældene tapet. De resterende havde malede overflader på tapet, væv, puds eller beton.

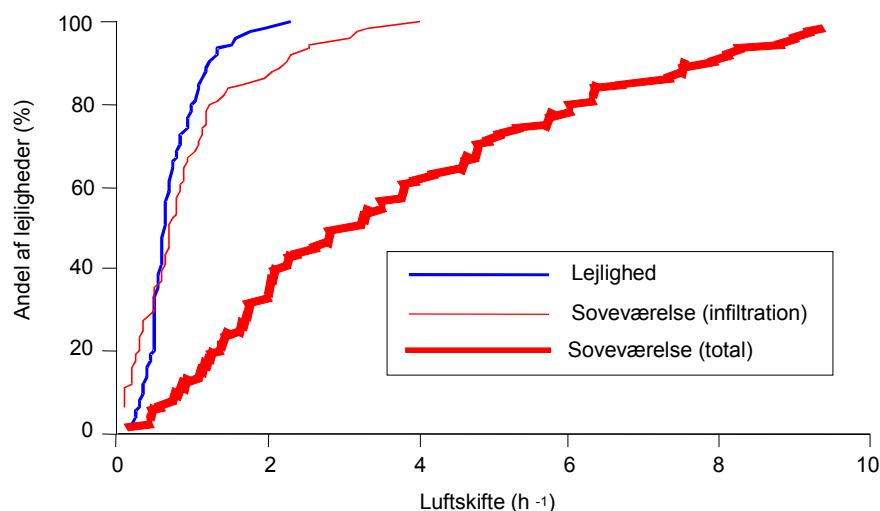
Temperatur, fugt og ventilation i lejlighederne

Tabel 6 viser temperatur- og fugtforhold i soverummene. Der er en tendens til, at lejlighederne har været lidt mere tørre og kølige klokken 8-16 end i øvrige perioder. De små forskelle mellem middelværdierne i de forskellige perioder dækker over, at der er betydelige forskelle i de enkelte lejligheder. Fritidsperioden kan således være en fugtig periode i visse lejligheder, mens den er en tør periode i andre. Sådanne forskelle udjævnes i nogen grad i middelværdierne.

Tabel 6. Temperatur- og fugtforhold i de undersøgte lejligheds soverum (spredningen vist i parentes).

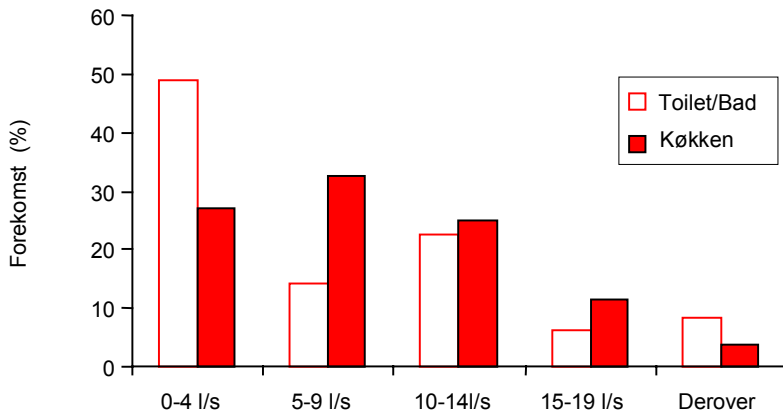
	Temperatur (°C)	Relativ luftfugtighed (% RH)
Arbejdstid	18,7	40,8
kl. 08-16	(1,9)	(8,3)
Fritid	18,8	41,2
kl. 16-24	(2,0)	(8,7)
Soveperiode	19,0	42,3
kl. 24-08	(2,0)	(9,3)
Hele døgnet	18,8	41,4
	(1,9)	(8,7)

Figur 5 viser fordelingen af luftskifteoplysninger i lejlighederne. Middelværdien af udeluftskiftet i lejlighederne var $0,71 \text{ h}^{-1}$, og i soverummene var det $1,10 \text{ h}^{-1}$. Udeluftskiftet var i gennemsnit $0,59 \text{ h}^{-1}$ i en tilsvarende undersøgelse i nyere etageboliger med mekanisk udsugning (Bergsøe, 1991). Endvidere kan oplyses, at luftskiftet var under $0,5 \text{ h}^{-1}$ i 25 % af lejlighederne. Endelig ses, at soverummens totalluftskifte, der medtager overføringsluften fra den øvrige lejlighed, var betydeligt større end udeluftskiftet. Det viser, at mange soverum havde åben dør til resten af lejligheden i store dele af tiden.



Figur 5. Fordelingen af udeluftskiftet i lejlighederne, soveværelserne og det totale luftskifte inklusive luftoverføring fra øvrige rum til soveværelse.

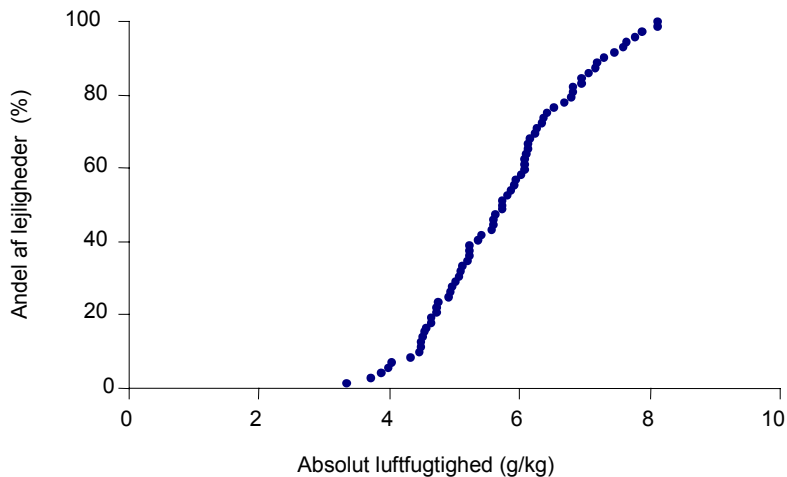
Figur 6 viser den udsugede luftmængde fra køkken og toilet eller baderum gennem naturlige og mekaniske udsugningsanlæg. Figuren dækker kun de 65 %, der faktisk havde udsugning i køkken og de 90 %, der havde udsugning i toilet og baderum.



Figur 6. Den udsugede luftmængde fra køkken og toilet gennem naturlige og mekaniske udsugningsanlæg.

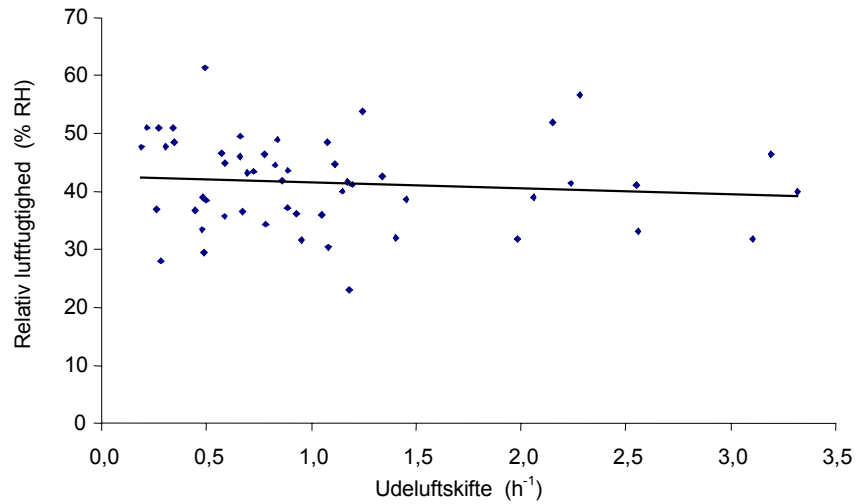
Efter BR 95 skal køkkener have udsugning af 20 l/s, bade- og wc-rum skal have 15 l/s, og endelig skal særskilte wc-rum have 10 l/s. Kun meget få udsugningsanlæg har en ydelse på linie med kravene i BR 95, og en væsentlig andel af anlæggene har ubetydelige ydelser - under 5 l/s. Under dataindsamlingen i lejlighederne blev det konstateret, at mange udsugningsåbninger var blevet tilproppet. Tilproppingen kunne være foretaget på talrige måder - lige fra påskruede plader til indstopning af gamle aviser. Disse tilfælde indgår med 0 l/s i figur 6.

Fordelingen af den absolutte luftfugtighed i soverummene er vist i figur 7. Langt de fleste soverum har et vandindhold mellem fire og otte g per kg luft i soverummene. Figuren er baseret på luftfugtighedens døgnmiddelværdier.



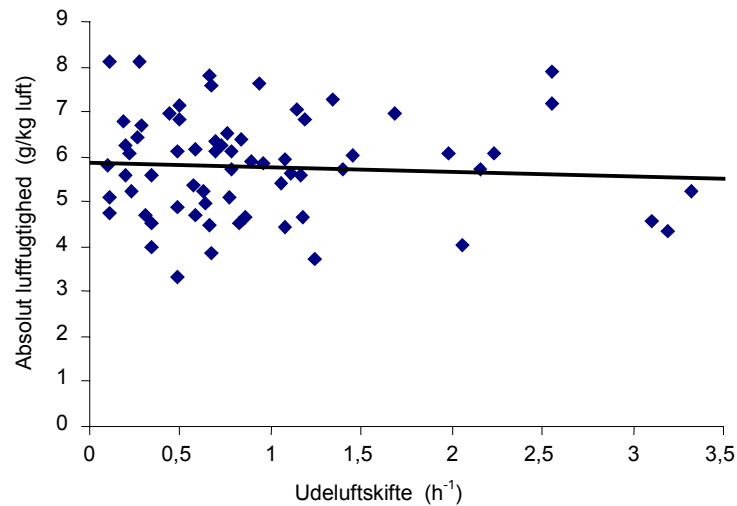
Figur 7. Fordelingen af døgnmiddelværdier for den absolutte luftfugtighed i soverummene.

Figur 8 viser sammenhængen mellem den relative luftfugtighed og udeluftskiftet i soverummene. Hældningen på den viste lineære relation er ikke signifikant forskellig fra nul, hvilket betyder, at der ikke er en betydelig sammenhæng mellem udeluftskiftet alene og luftfugtigheden.



Figur 8. Sammenhængen mellem den relative luftfugtighed og udeluftskiftet i soverummene.

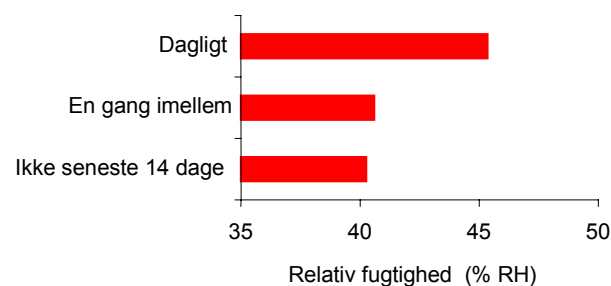
Figur 9 viser sammenhængen mellem den absolutte luftfugtighed og udeluftskiftet i soverummene. Linien i figuren har heller ikke her en signifikant hældning.



Figur 9. Sammenhængen mellem den absolutte luftfugtighed og udeluftskiftet i soverummene.

Der findes heller ikke her en signifikant sammenhæng mellem udeluftskiftet generelt i lejlighederne og den absolutte luftfugtighed i soverummene. Variationen i fugtkildernes størrelse er åbenbart langt mere betydningsfuld for luftfugtigheden end udeluftskiftet.

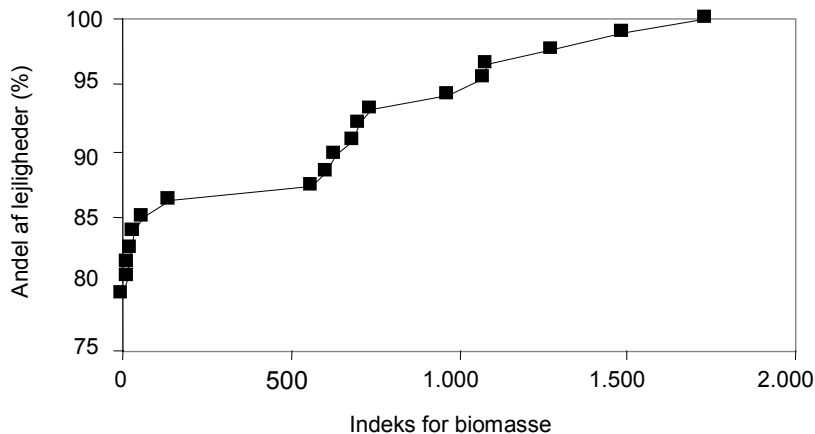
Figur 10 viser, at beboernes adfærd i forbindelse med tøjtørring har betydning for den relative fugtighed i soverummene. Der er signifikant større fugtighed ($P < 0,05$) hos de beboere, der i det andet spørgeskema har vist, at de tørrer vasketøj i boligen dagligt eller næsten dagligt. Der var besvarelser fra henholdsvis 10, 37 og 23 lejligheder i de tre kategorier.



Figur 10. Den relative fugtighed i soverummene opdelt efter beboerens oplysninger om deres adfærd i forbindelse med tøjtørring "En gang imellem" blev i spørgeskemaet besvaret som "Ikke dagligt men mindst én gang på 14 dage".

Husstøvmider og skimmelvækst

I lejligheder, hvor der var mistanke om skimmelvækst, blev der på de mistænkte områder taget to prøver. Figur 11 viser fordelingen af indekset for biomasse målt med mycometermetoden. For sikkert at påvise skimmelvækst skal indekset være over 450. Figuren viser således, at der har været skimmelvækst i 13 % af lejlighederne.

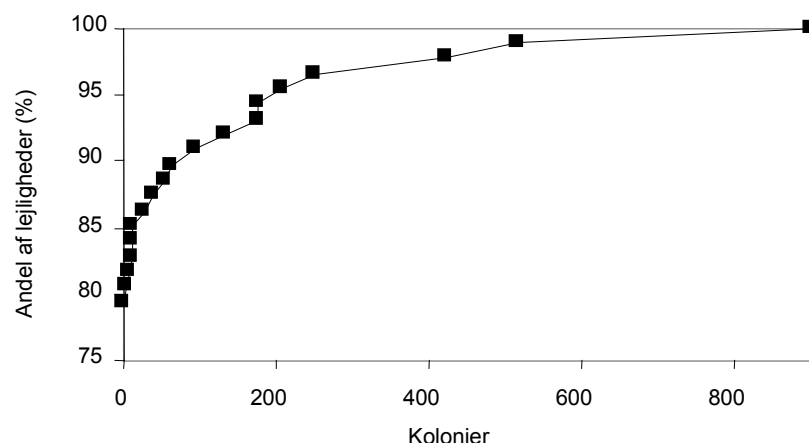


Figur 11. Fordelingen af indeks for biomasse målt med mycometermetoden.

Figur 12 viser antallet af kolonier fundet efter dyrkning på aftryksplader taget parallelt med prøverne efter mycometermetoden. Aftrykspladerne er bedst egnede til kvalitativ bestemmelse af skimmelsvampe. Men der er tradition for at klassificere væksten efter følgende opdeling af antal kolonier på en plade.

Mindre end 10 kolonier:	Ringvækst
Mellem 10 og 50 kolonier:	Moderat vækst
Mere end 50 kolonier:	Massiv vækst

Hvis man antager, at der for sikkert at påvise skimmelvækst skal være mere end 50 kolonier på sådan en plade, viser aftrykspladerne således også vækst i 13 % af lejlighederne.

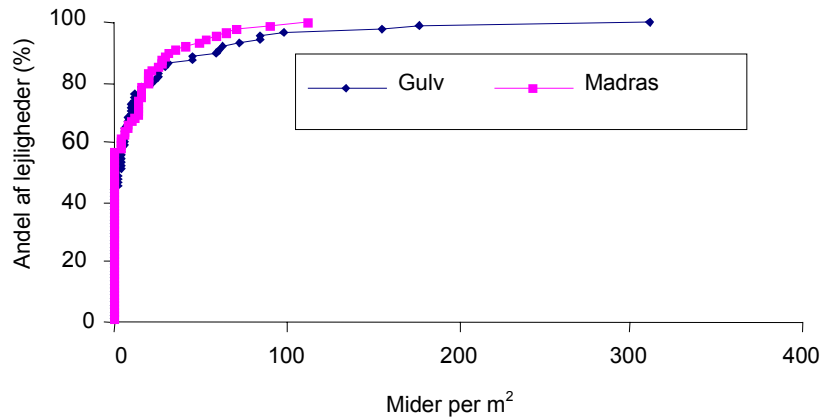


Figur 12. Fordelingen af kolonier på aftryksplader.

Der er således en betydelig forskel mellem de 22 %, der i det første spørgeskema angav, at de havde fugtskjolder og mugpletter, og de 13 %, der efter skimmelbestemmelse, med sikkerhed fik konstateret vækst.

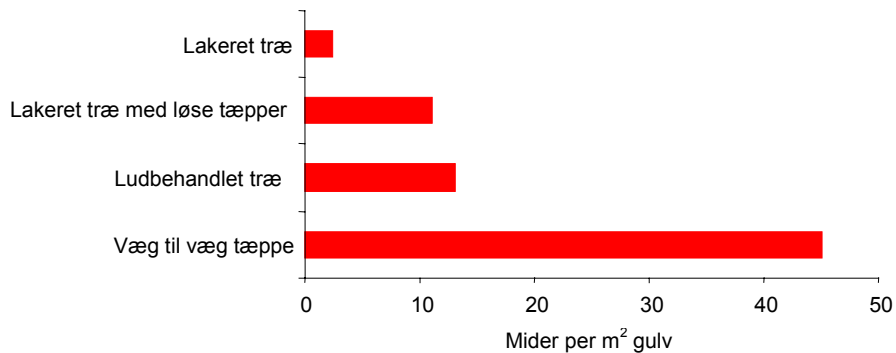
Figur 13 viser fordelingen af midekoncentrationen på gulvet i soverum og på madrassen. Prøverne på madrassen var taget lige under lagenet. Det er

overraskende, at midekoncentrationen i gennemsnit er større på gulvet end på madrassen.



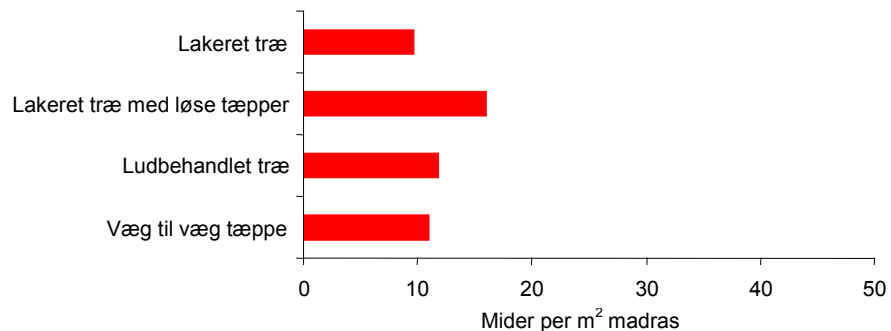
Figur 13. Fordelingen af midekoncentrationen på gulvet i soverum og på madrassen.

Figur 14 viser midekoncentrationen på gulvet i soveværelserne opdelt efter typen af gulvbelægning. Der er næsten fire gange så mange mider på gulve med væg til væg tæpper som på andre gulve. Dette kan hænge sammen med, at støvsugning ikke fjerner ret mange mider fra tæpper, og at fugtforholdene i et tæppe kan være særligt gunstige for mider.



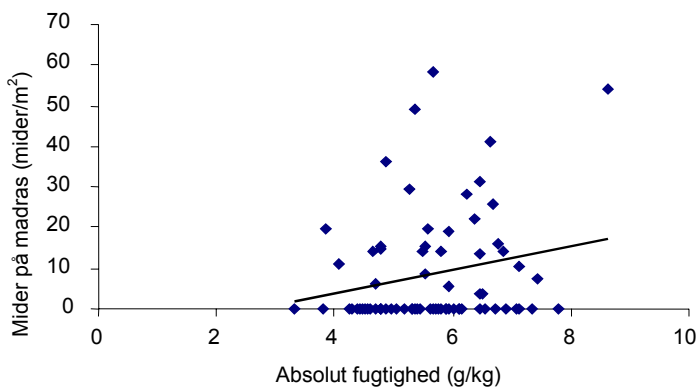
Figur 14. Midekoncentrationen på gulvet i soverum opdelt efter typen af gulvbelægning.

Figur 15 viser midekoncentrationen på madrassen i soverummet opdelt efter typen af gulvbelægning. Det ses, at midekoncentrationen her stort set er uafhængig af gulvbelægningen.



Figur 15. Midekoncentrationen på madrassen i soveværelserne opdelt efter typen af gulvbelægning.

Figur 16 viser midekoncentrationen på madrassen som funktion af den absolutte fugtighed i soverummet. Linien i figuren har en hældning, der er signifikant større end nul, hvilket tyder på, at den absolutte luftfugtighed i soverummet har direkte betydning for forekomsten af mider på madrassen.



Figur 16. Midekoncentrationen på madrassen vist som funktion af den absolutte fugtighed i luften i soverummet.

Der var ikke en tilsvarende sammenhæng mellem den absolutte fugtighed og forekomsten af mider på gulvet. Der blev heller ikke fundet sammenhænge mellem den relative fugtighed og forekomsten af mider i senge eller på gulve. Heller ikke udeluftskiftets størrelse eller forekomsten og driften af ventilationsinstallationer har haft nogen betydning.

Det andet spørgeskema

Tabel 7 viser oplysninger om beboerne, der var med i undersøgelsen. Igen ses en overrepræsentation af kvinder i undersøgelsen. Den gennemsnitlige alder svarede nogenlunde til middelalderen af den voksne danske befolkning.

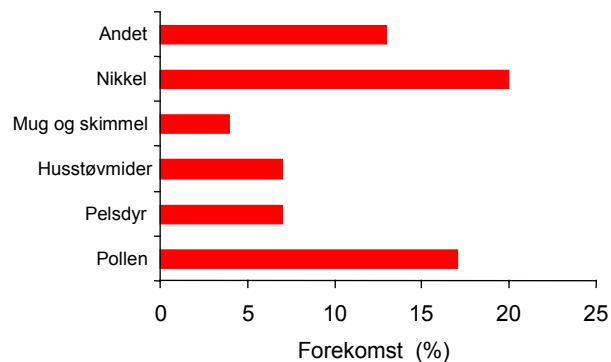
Tabel 7. Oplysninger om beboerne i undersøgelsen.

Kvinder / Mænd %	Rygere *) %	Alder år	Bader dagligt %	Ikke badet sidste 14 dage %
61 / 39	45	40,7	86	6

*) Alle rygere ryger i egen bolig.

En del af spørgsmålene fra det første spørgeskema, der blev vist i tabel 3 og 4, blev gentaget i det andet spørgeskema. 16 % tørrer tøj i boligen dagligt, 76 % udlufter, 29 % sover med åbent vindue, 27 % lufter dyner, 22 % støvsuger og 31 % foretager anden form for rengøring dagligt. På den anden side har henholdsvis 6 % og 7 % ikke støvsuget og foretaget anden rengøring de sidste 14 dage. Der er ikke de store forskelle men dog en tydelig tendens til mere aktiv bolighygiejnisk adfærd blandt dem, der besvarede det andet spørgeskema.

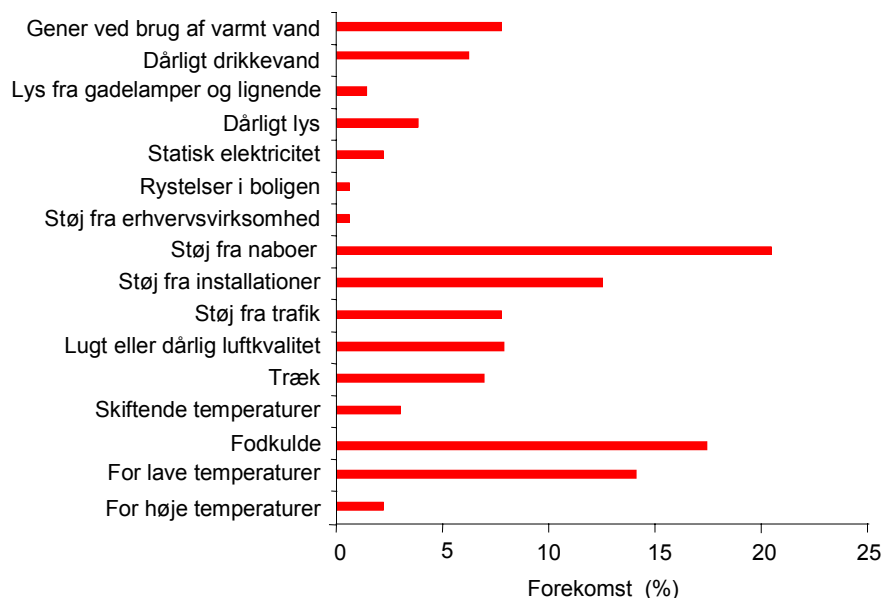
Figur 17 viser andelen, der angiver, at de er allergiske eller overfølsomme over for udvalgte allergenkilder. Der er 20 %, der rapporterer, at de er allergiske over for nikkel efterfulgt af pollen med 17 %. Luftvejsallergenerne med kilder indendørs giver tilsammen anledning til, at 18 % angiver, at de er allergiske eller overfølsomme over for dem, hvilket er lidt mere end for luftvejsallergenerne (pollen) udefra.



Figur 17. Andelen der angiver, at de er allergiske eller overfølsomme over for de vigtigste allergenkilder.

Om sygeligheden i øvrigt kan anføres, at 17 % inden for de sidste 4 uger har haft influenza, 34 % har haft forkølelse og 7 % har haft bihulebetændelse. 10 % lider af gentagne bihulebetændelser og 5 % lider af kronisk bronkitis.

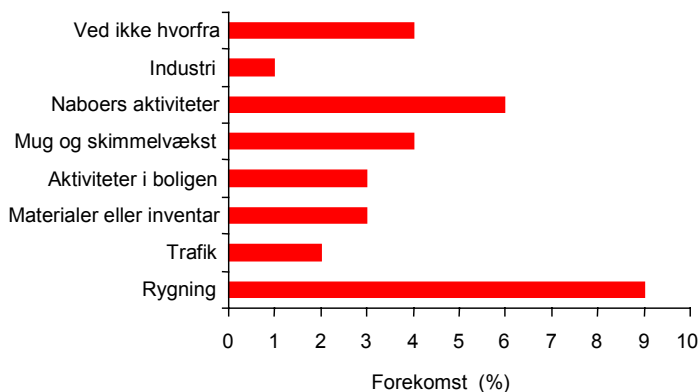
Figur 18 viser fordelingen mellem nogle udvalgte bygningsrelaterede gener blandt beboerne. Forekomsten indeholder alle, der angav, at de var "Noget generet" eller "Meget generet" på en skala med fire kategorier, der også indeholdt "Ikke generet" og "Lidt generet".



Figur 18. Fordelingen af oplevede gener blandt beboerne.

De største gener, beboerne oplevede, var støj og kulde. Nabostøj var den største gene, og også installationerne gav anledning til betydelige støjgener. Det kan forekomme overraskende, at så mange er generet af for lave temperaturer i deres eget hjem. De må formodes selv at have betydelig indflydelse på temperaturen. Det må antages at hænge sammen med beboernes ønske om at spare på udgifterne til opvarmning, og at udluftning gennem vinduer og ventilering gennem udeluftventiler giver anledning til lave temperaturer ved gulvet.

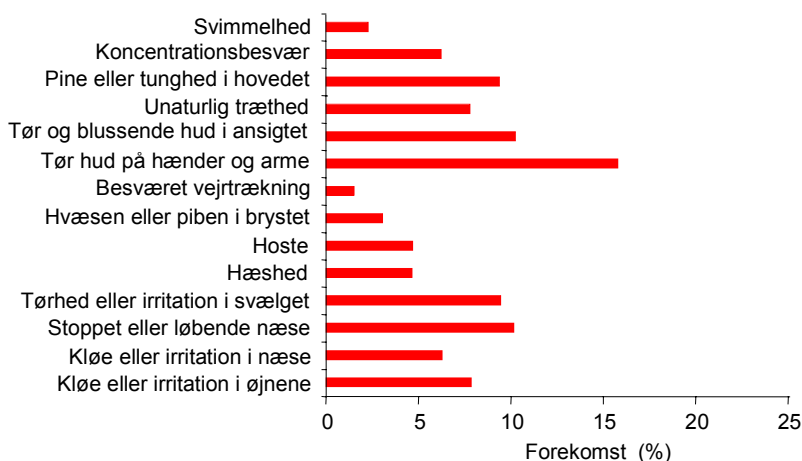
Figur 19 viser fordelingen af beboernes oplevelse af årsager til dårlig luftkvalitet med samme opgørelsesmetode som for øvrige gener. Rygning og naboernes aktiviteter giver anledning til flest gener fra dårlig luftkvalitet. Det skal også bemærkes, at 4 % angiver mug og skimmelvækst som årsag til dårlig luftkvalitet.



Figur 19. Fordelingen af beboernes oplevelse af årsager til dårlig luftkvalitet.

Figur 20 viser fordelingen af oplevede symptomer blandt beboerne. Symptomer forstås her som ubehag eller gener, der kan henføres til kroppen. De kan være tegn på uheldige påvirkninger i boligen, men kan også have talrige andre årsager.

Mange angiver hudsymptomer, men generelt ses en ligelig fordeling med enkelte forekomster inden for alle kategorier.



Figur 20. Oplevede symptomer blandt beboerne.

Byggevarers modstandsevne mod skimmelsvampevækst

Forekomsten af signifikant vækst på de forskellige testede byggevarer ved de tre luftfugtigheder er vist i tabel 8. Der ses ingen vækst ved luftfugtighed på 70 % RH. For de fleste materialer med organisk kulstof ses lidt til moderat vækst ved 80 % RH. Det gælder materialer baseret på træ og papir. De ikke organiske materialer får ikke vækst i klimakamrene ved 90 % RH. Nielsen, Nielsen & Holm (Nielsen, Nielsen & Holm, 2000) har endvidere vist, at de forskellige materialeprøver bliver angrebet af forskellige arter af skimmelsvampe under forsøgene.

Forsøgene er udført med rene materialer og konstante luftfugtigheder. Materialerne vil i praksis i bygninger blive udsat for skiftende luftfugtigheder og tilsmudsning med støv, der vil kunne indeholde organisk materiale. Skimmelsvampe vil derfor også kunne forekomme på ikke organiske materialer. Andre forsøg har vist, at byggevarernes modstandsevne over for skimmelsvampevækst vil nedsættes betydeligt, hvis de i korte perioder bliver opfugtet svarende til ligevægt med 100 % RH. Dette vil kunne forekomme i vådrum i lejlighederne og i forbindelse med vandskader.

Forsøgene viser, at de fleste overfladematerialer har en betydelig modstandsevne mod skimmelsvampevækst ved de fugtforhold, der forekommer i luften i lejlighederne. I forbindelse med kuldebroer, periodevis opfugtning og

indvendig isolering af vægge uden dampspærre vil dog kun de rene mineral-ske overfladematerialer tilbyde en rimelig sikkerhed mod vækst. I forbindelse med møblering af boliger er der særlig grund til at være opmærksom på, at møbler tæt op af ydervægge vil kunne varmeisolere uden at yde tilstrækkelig modstand mod vanddiffusion til at sikre mod skimmelvækst på kølige overflader med maling, tapet og lignende bag møblerne.

Tabel 8. Forekomsten af signifikant vækst ved klimakammerforsøg.

	X	Lidt til moderat vækst	70 % RH	80 % RH	90 % RH
	XX	Signifikant vækst			
	XXX	Voldsom vækst.			
Kalcium silikat plade					
Gipsplade 1					X
Gipsplade 2					X
Gipsplade med tapet				X	XX
Gipsplade med akrylmaling					X
Gipsplade med tapet og akrylmaling					X
Gipsplade med savsmuldstapet og akrylmaling					X
Gipsplade til vådrum med glasvæv og vådrumsacrylmaling					X
Gipsplade til vådrum med PVC gulvbelægning					X
Fibergipsplade					
Beton					
Letbeton					
Letbeton med tapet				X	X
Betonafretning					
Puds					
Puds med tapet				X	XXX
Ru fyrretræ				X	XX
Høvlet fyrretræ				X	XX
Ru fyrretræ med mineraluld				X	XXX
MDF plade				X	X
Krydsfiner				X	X
Papiruld					
Mineraluld					

Tapet var fastgjort med lim baseret på majsstivelse.

Diskussion

Luftskiftet på gennemsnitligt $0,71 \text{ h}^{-1}$ i undersøgelsens boliger er højt sammenlignet med tilsvarende, tidligere undersøgelser. Bergsøe (Bergsøe, 1991) har tidligere målt, at middelværdien for luftskiftet i etageboliger med mekanisk udsugning var $0,59 \text{ h}^{-1}$, mens det var $0,55$ i enfamiliehuse med mekanisk udsugning og $0,33$ i enfamiliehuse med naturlig ventilation. Den tidligere undersøgelse var gennemført i nyere lejligheder. Luftskiftet var også markant højere i lejlighederne end i en tilsvarende undersøgelse i nyere enfamiliehuse, der viste et middelluftskifte på $0,34 \text{ h}^{-1}$ (Bergsøe, 1994). Ventilationsforholdene i boligerne i denne undersøgelse har således generelt været bedre end i tidligere undersøgelser. Ikke desto mindre viser undersøgelsen, at 25 % af boligerne har et luftskifte under $0,5 \text{ h}^{-1}$, der normalt anses for at være den nødvendige basisventilation.

Den relative fugtighed på 41 % RH i soverummene i denne undersøgelse er dog ikke meget under Bergsøes (Bergsøe, 1991) tidligere resultater, hvor han fandt en relativ fugtighed på 43 % RH i opholdsrum for alle tre boligkategorier. Det kan forekomme overraskende, at selv store forskelle mellem de målte luftskifter ikke giver tilsvarende forskelle mellem de relative fugtigheder. Der kan for flere fugtkilder være en tendens til, at de afgiver mere fugt ved lav luftfugtighed end ved høj luftfugtighed. Mennesker afgiver mere vand ved lave absolutte fugtigheder, og det samme gælder fugtdiffusionen gennem materialer, mens mange materialers ligevægtsindhold af vand afhænger af den relative fugtighed i den omgivende luft. Variationer i udeluftens temperatur og fugtighed igennem måleperioden kan også være årsag til betydelige forskelle imellem udeluftskiftets evne til at reducere luftfugtigheden indendørs. Den absolutte luftfugtighed udendørs har i måleperioden varieret i området 1 til 5 g/kg luft. Med luftfugtigheder indendørs i området 4 til 8 g/kg luft vil udeluftens fugtindhold have en vis betydning. Variationer i udeluftens fugtindhold, beboernes adfærd, fugtkildernes karakteristika og byggematerialernes adsorptions- og diffusionsforhold er tydeligvis mere afgørende for fugtigheden end udeluftskiftet alene.

Temperatur og fugtforhold følger grundlæggende fysiske love. Ikke desto mindre er det overraskende, at udeluftskiftet i denne tværsnitsundersøgelse ikke har afgørende betydning for luftfugtigheden i lejligheder. I en konkret lejlighed må det dog stadig forventes, at den forøgede vandmængde, der fjernes med udeluftskiftet, vil reducere indeluftens fugtighed. Der er behov for flere detaljerede undersøgelser af temperaturer, fugtforhold og forekomsten af husstøvmider og skimmelsvampevækst med sammenfaldende målinger centralt i boligerne og i mikroklimaerne. På den baggrund vil det være muligt at opstille en mere detaljeret model for indeluftens fugtighed, der medtager særligt følsomme mikroklimaer. Dette vil gøre det muligt i højere grad at forudse, om forholdene vil give anledning til problemer og dermed gøre det muligt at give mere præcise anvisninger om forebyggende foranstaltninger.

Denne sammenstilling af resultater for relativ fugtighed og luftskifte tyder således ikke på, at den af Sundell (Sundell, 1994), anførte samvariation mellem forhøjet fugt og utilstrækkelig ventilation forekommer.

Temperaturen var i gennemsnit $18,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ i soverummene. Dette er lavt, og må formodes at være et par grader lavere end i boligens øvrige rum. I rum med lavere temperatur end i boligens øvrige rum vil den relative fugtighed være forhøjet. Det skyldes, at de indvendige døre sjældent er tætte over for fugttransport. Indeluftens absolutte fugtniveau vil derfor være næsten den samme i hele boligen. Ved at forhøje temperaturen $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ i soverummene vil

den relative fugtighed her falde 5-6 % RH, hvis øvrige forhold i øvrigt fastholdes. Dette kan virke forebyggende mod fugtrelaterede problemer. Der er behov for bedre information til beboerne om at søge at undgå uopvarmede rum i boligen. Dette gælder rum, der ikke er indrettet til at modstå forhøjet luftfugtighed, ikke har væsentligt forøget udeluftskifte, og som udveksler luft i betydelig grad med boligens øvrige rum.

Mange beboere oplever, at deres installationer støjer, og kun få beboere oplever gener fra dårlig luftkvalitet i deres bolig. Undersøgelsen har endvidere vist, at der er mange beboere, som ikke har bemærket, at de har udeluftventiler og installationer for udsugning fra køkken, baderum og toilet. Dette giver en ringe baggrund for korrekt vedligeholdelse og brug af disse foranstaltninger. Det er da også konstateret, at vedligeholdelsesstandarder er uhyre ringe. Der må formodes at være et betydeligt behov for målrettet information til beboerne om installationernes formål og brug.

Der forekommer i øvrigt meget store forskelle i bolighygiejnisk adfærd blandt beboerne. Mange støvsugede og gjorde rent dagligt, men på den anden siden var der også en del, der ikke havde gjort rent de sidste 14 dage. Adfærden i forbindelse med udluftning i soverummet om natten viser, at der findes to store grupper af beboere. En del foretrækker at sove i et varmt rum og har en højere rumtemperatur om natten, og en del foretrækker en lav temperatur om natten og har derfor en lav temperatur i soverum.

Mange beboere tørrer meget af deres vasketøj inde i lejligheden. Dette er i mange lejligheder en meget uheldig adfærd, der i betydelig grad kan forværre de fugtrelaterede problemer. Her er der behov for at påvirke beboernes adfærd ved målrettet information.

Det er i høj grad beboernes adfærd og forekomsten af mikroklimaer med gode muligheder for skimmelsvampevækst eller opformering af husstøvmider, der er afgørende for forekomsten af skimmel og mider. Væg til vægtæpper på kolde gulve, kuldebroer, fugtgenererende adfærd, indtrængning af vand eller anden opfugtning af konstruktioner skal undgås.

Undersøgelsens resultater tyder generelt på, at fugtforholdene i boligens mikroklimaer har stor betydning for de fugtrelaterede problemer. Skimmelsvampe blev fundet på overfladerne i baderum, under køkkenvaske og i forbindelse med kuldebroer.

Det kan forekomme overraskende, at midforekomsten i sengene afhænger af den absolutte fugtighed i rummet, og ikke, som man kunne forvente for et vekselvarmt dyr, at forekomsten afhænger af den relative fugtighed. Dette skyldes formodentlig, at sengene generelt er diffusionsåbne, og at de lader en stor del af den fugt passere, som beboerne genererer. Når beboerne sover, bliver sengene varme, men den absolutte fugtighed stiger kun lidt under dynerne. Ved lav absolut fugtighed i soverummet kan den relative fugtighed således blive for lav for miderne.

Også forekomsten af husstøvmider kræver en detaljeret analyse af de enkelte levesteder.

På et koldt gulv vil den relative fugtighed være højere end i rumluften i øvrigt. Miderne vil derfor have særligt gunstige levevilkår på kolde gulve. Der kan være en tendens til, at beboerne i højere grad lægger væg til vægtæpper på kolde gulve for at forbedre den termiske komfort. Nede i tæpper på et koldt gulv vil temperaturen være lav, mens luftens absolutte vandindhold vil være uforandret. Den relative fugtighed nede i et tæppe på et koldt gulv kan således være høj, og temperaturen vil formodentlig ofte være tilstrækkelig høj til, at miderne vil kunne trives godt i sådan et tæppe. Det er en uheldig praksis, at mange vælger at lægge væg til vægtæpper på gulvet i deres soveværelse.

Laboratorieundersøgelsen af byggevarers modstandsevne mod skimmelsvampevækst viser, at der kræves fugtighed over 70 % RH for at få skimmelvækst. Så høj fugtighed forekommer kun sjældent i rumluften i lejligheder. Det kan dog forekomme i forbindelse med kuldebroer, lokale fugtbelastninger og indvendig isolering uden dampspærre. Mineralske materialer og

andre byggevarer uden organiske materialer kan modstå op til 90 % RH. Det er dog usikkert, om ikke tilsmudsning og anden tilførsel af næringsstoffer i praksis vil muliggøre vækst - også på ikke-organiske materialer.

Der vil være konsekvenser for energiforbruget til opvarmning og ventilation af lejligheder ved en generel anbefaling om at forhøje temperaturen i soverum. Hvis det antages, at temperaturerne i en gennemsnitslejlighed i denne undersøgelse ændres fra at være 19 °C i soverummet og 21 °C i øvrige rum til at være 21 °C i hele lejligheden, kan det overslagsmæssigt beregnes, at energiforbruget vil stige med 2 %. Hvis temperaturen kun holdes oppe i dagtimerne, stiger energiforbruget med ca. 1 %. Øvrige anbefalinger vedrørende adfærd og forebyggelse med udgangspunkt i forbedring af fugtforholdene i mikroklimaerne vil ikke have direkte betydning for energiforbruget.

Det ligger uden for denne undersøgelses mål at undersøge, om symptomer og sygelighed afhænger af bolighygiejnisk adfærd, installationer og udformning af lejlighederne. I undersøgelsen er der ikke desto mindre set betydelige forskelle, som kan have betydning for beboernes sundhed. Meget tyder således på, at en større undersøgelse af boligforhold og sundhed vil være relevant. Sådant en undersøgelse kræver et meget stort datagrundlag, hvis den skal kunne gennemføres som en tværsnitsundersøgelse. Den vil eventuelt kunne gennemføres med mere begrænsede udgifter efter en opdeling mellem problematiske boliger og referenceboliger på baggrund af denne undersøgelses metoder.

Litteratur

- Bergsøe, N. C. (1991). *Undersøgelse af ventilationsforhold i nyere boliger* (SBI-rapport 213). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.
- Bergsøe, N. C. (1992). *Passiv sporgasmetode til ventilationsundersøgelser* (SBI-rapport 227). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.
- Bergsøe, N. C. (1994). *Ventilationsforhold i nyere, naturligt ventilerede enfamiliehuse* (SBI-rapport 236). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut. Hørsholm.
- Cunningham, M. J. (1999). Modelling of some dwelling internal microclimates. *Building and Environment*, 34(5), 523-536.
- Jaakkola, J. J., Jakkola, K. N., & Ruotsalainen, R. (1993). Home dampness and moulds as determinants of respiratory symptoms and asthma in pre-school children. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 3(Suppl. 1), 129-142.
- Korsgaard, J. (1983). House dust mites and absolute indoor humidity. *Allergy*, 38, 85-92.
- Lawton, M., Dales, R., & White, J. (1998). The influence of house characteristics in a Canadian community on microbiological contamination. *Indoor Air*, 8(1), 2-11.
- Miller, M. D., Palojarvi, A., Rangger, A., Reeslev, M., & Kjøller, A. (1998). The use of fluorogenic substrates to measure fungal presence and activity in soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(2), 613-617.
- Nevalainen, A., Hyvärinen, A., Pasanen, A.-L., & Reponen, T. (1994). Fungi and bacteria in normal and mouldy buildings. In R. A. Samson (Ed.), et al. *Air quality monographs: Vol. 2. Health implications of fungi in indoor environments*. Amsterdam: Elsevier.
- Nielsen, K. F., Nielsen, P. A., & Holm, G. (2000). Growth of moulds on building materials under different humidities. In *Proceedings of Healthy Buildings 2000, August 6-10, Espoo, Finland. Vol. 3* (pp. 283-288). Helsinki: Finnish Society of Indoor Air Quality and Climate, & Helsinki University of Technology, & International Society of Indoor Air Quality and Climate.
- Reeslev, M., & Miller, M. (2000). The mycometer-test: A new rapid method for detection and quantification of mould in buildings. In *Proceedings of Healthy Buildings 2000, August 6-10, Espoo, Finland. Vol. 1* (pp. 589-590). Helsinki: Finnish Society of Indoor Air Quality and Climate, & Helsinki University of Technology, & International Society of Indoor Air Quality and Climate.
- Sundell, J. (1994). On the association between building ventilation characteristics, some indoor environmental exposures, some allergic manifestations and subjective symptom reports. *Indoor Air*, 4(suppl. 2).
- Spengler, J., et al. (1993). Respiratory symptoms and housing characteristics. In *Proceedings of the 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate: Indoor Air '93. Helsinki, Finland, July 4-8, 1993. Vol. 1* (pp. 165-170). Helsinki: Helsinki University of Technology.

Summary

By og Byg Results 009:

Humidity, ventilation, mould and house dust mites

A cross sectional study in apartments

High humidity in homes has been associated with increased prevalence of symptoms and serious diseases like asthma among occupants - in particular among children. The increased growth of moulds and proliferation of house dust mites in moist rooms may partly explain this. Increased moisture levels have been shown to increase the prevalence of both fungi and house dust mites. Moulds and their spores may contain extremely toxic substances and some allergy causing agents. House dust mites are the most important source of inhalation allergens in homes.

The purpose of this study was to assess the occurrence of mould growth and house dust mites in Danish apartments and the prevalence of symptoms and the perception of annoying conditions among occupants. A further purpose was to study the impact of ventilation, choice of building materials and moisture content on symptoms, annoyance and infestation.

Fungi require substrates containing water and organic matter that can supply them with nutrition and moisture for growing. Fairly high water activity of their substrates is required. Most construction products should at least have water activities comparable to equilibrium with an air humidity of 70-75 % RH to be seriously infested with fungi. This may be the case where indoor surfaces are cold locally or the indoor humidity is very high. The construction products may also be wetted from water leaks, flooding, diffusive transport of water or splashes from activities like bathing. At low (70 %) water activities growth is slow and develops over months or years. At higher activities significant growth can develop in a few weeks.

House dust mites require certain temperatures and high humidity in their micro-environment. They feed on human skin scales found abundantly in most homes and thrive from elevated moisture contents. It is difficult to remove mites from protected environments such as mattresses, wall-to-wall carpets or textured upholstered furniture. Normal cleaning procedures are more likely to remove mites from smooth surfaces. The mites move around and in infested rooms they are found on most surfaces.

When moisture sources in the home are small, increased ventilation may reduce indoor humidity and hereby eliminate fungi and mites. However, the strength of the moisture sources is crucial for the ability of ventilation to control the moisture content of indoor air. Problems caused by high relative humidity at cold surfaces are only in some cases controllable by ventilation. Problems caused by direct wetting of materials can not be handled by ventilation. Furthermore it is important to consider the behavior of occupants of apartments when they try to control moisture sources and ventilation.

Using non-destructive methods, 87 apartments representing the typical range for rented apartments in Denmark were investigated. Occupants of a random sample of approximately 600 rented apartments drawn from the government register of houses were invited to participate. Approximately one out of six accepted to participate. Two trained assistants made a pre-announced visit to the apartments in the winter months January to March 1999. They set up small data loggers that monitored temperature and humidity, they placed small sources of tracer gas and passive samplers for air change measurements and they registered surface materials and other

information about the apartments. The area and density of growing moulds on surfaces was measured. Dust samples were taken for mite counting under microscope using a normal vacuum cleaner connected to a special sampling head with filter. A questionnaire concerning annoyance and symptoms was introduced and returned by occupants by mail after one week together with the monitoring equipment.

Visual inspection resulted in suspected mould growth in 22 % of the apartments. Significant growth was found in 13 % of the investigated dwellings, mainly in bathrooms and kitchens. House dust mites were found in 57 % of the bedrooms. The concentration of mites was slightly higher on floors than on mattresses. Floors with wall-to-wall carpets had far more mites per square metre than other floor types. Significant correlation was found between absolute humidity in bedroom air and mites on mattresses.

Bilag 1. Det første spørgeskema

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

December 1998

Spørgeskema om ventilation i boligen

Undersøgelsesnr.: _____

Hvor længe har De/I boet i boligen? _____ år

Hvor mange bor i boligen? _____ voksne _____ børn

Hvor mange timer daglig er der **ingen** hjemme? _____ timer

Hvilke ventilationsmuligheder er der i _____ sæt _____ om tallene

Køkken: (gerne flere svar)

Oplukkelige vinduer	1
Emhætte med aftræk	2
Recirkulerende emhætte	3
Ventilationsåbning eller –rist i loft eller indervæg	4
Ventilationsåbning eller –rist i ydervæg	5
Udsugningsventilator i ydervæg	6
Dør til det fri eller bryggers	7
Åbent køkken til andet rum	8
Andet _____	9

Badeværelse: (gerne flere svar)

Oplukkeligt vindue	1
Ventilationsåbning eller –rist i loft	2
Ventilationsåbning eller –rist i ydervæg	3
Udsugningsventilator i loft eller ydervæg	4
Andet _____	5

Soveværelse:

hvor den/de voksne sover
(gerne flere svar)

Oplukkeligt vindue	1
Ventilationsåbning eller –rist i loft	2
Ventilationsåbning eller –rist i ydervæg eller vinduer	3
Både indblæsning og udsugning af luft	4
Andet _____	5

Hvilken slags vindue er der i soveværelset:

Etlags ruder	1
Etlags ruder med fortsatsvinduer	2
To lag glas i koblede rammer eller som termorude	3
Særlige energiruder eller trelags glas	4
Andet _____	5

Er der fast tæppe eller et stort gulvtæppe i den/de voksnes soveværelse? ja ___ nej ___

Fugt og skimmelsvamp (mugvækst)

Kommer der dug midt på ruderne i soveværelset på denne årstid? ja ___ nej ___
Er gardinerne trukket for på denne årstid, når De sover? ja ___ nej ___

Er der eller har der inden for det sidste halve år været fugtskader i boligen? (fx utætte rør, oversvømmelser, utætte tage) ja ___ nej ___

Hvis ja, er fugtskadernes årsag afhjulpet? ja ___ nej ___

Er der fugtskjolder eller mugpletter på vægge eller lofter i boligen? ja ___ nej ___

I hvilke rum? _____

Hvis der er fugtskjolder eller mugpletter, så angiv det samlede areal:

	sæt	om tallene
Mindre end ca. 50 x 50 cm		1
Mellem ca. 50 x 50 cm og ca. 100 x 100 cm		2
Over ca. 100 x 100 cm		3

Brugsvaner

Hvor ofte inden for de sidste 14 dage er følgende blevet gjort i deres bolig?

	Dagligt eller næsten dagligt	Ikke dagligt men mindst en gang på 14 dage	Ikke de sidste 14 dage
◆			
◆ Udluftning med gennemtræk	1	2	3
◆ Luftning af dyne(r) - fjernet helt eller delvist fra madras	1	2	3
◆ Brug af emhætte eller anden udluftning, når der laves varm mad	1	2	3
◆ Sørg for ventilation/udluftning efter bad	1	2	3
◆ Støvsugning	1	2	3
◆ Anden form for rengøring	1	2	3

Hvor plejer De at tørre vasketøj (større portioner)? (gerne flere svar)

1. Uden for boligen	1
2. I badeværelset	2
3. I soveværelset eller i opholdsstuen	3
4. I særlige tørre- eller vaskerum i boligen	4
5. Bruger tørretumbler	5

Videre deltagelse i forskningsprojektet:

Vil gerne have foretaget målinger ja ___ nej ___

Hvis ja: skriv venligst Deres tlf.nr. i arbejdstiden af hensyn til eventuel aftale om besøg tlf. nr. _____

Bilag 2. Det andet spørgeskema

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

Januar 1999

Personligt spørgeskema til boligens voksne beboere

Undersøgelsesnr: _____

1. Personlige oplysninger:

Mand _____ Kvinde _____

Alder _____

Er De ryger ja _____ nej _____

Ryger De i boligen ja _____ nej _____

Arbejdsforhold

- Ikke i erhverv
- Under uddannelse
- Selvstændig erhvervsdrivende
- Funktionær eller tjenestemand
- Faglært arbejder
- Specialarbejder eller ikke faglært arbejder
- Andet

Antal timer ugentlig på arbejde eller uddannelse ca. _____ timer pr. uge

2. Har De inden for de sidste 14 dage været generet af noget af følgende i Deres bolig? Sæt en ring om et tal i hver linje

	ikke generet	lidt generet	noget generet	meget generet
a. For høje temperaturer.....	1	2	3	4
b. For lave temperaturer.....	1	2	3	4
c. Fodkulde.....	1	2	3	4
d. Skiftende temperaturer.....	1	2	3	4
e. Træk.....	1	2	3	4
f. Lugt eller dårlig luftkvalitet.....	1	2	3	4
g. Støj fra trafikken.....	1	2	3	4
h. Støj fra installationer for afløb, vand, varme, ventilation, køleskab eller fryser.....	1	2	3	4
i. Støj fra naboer.....	1	2	3	4
j. Støj fra nærliggende erhvervsvirksomhed.....	1	2	3	4
k. Rystelser i boligen (fra fx trafik).....	1	2	3	4
l. Stød fra statisk elektricitet.....	1	2	3	4
m. Dårligt lys eller belysning.....	1	2	3	4
n. Lys fra gadelamper, skilte, biler og lignende.....	2	3	4	
o. Dårligt drikkevand.....	1	2	3	4
p. Lugt eller hudirritation ved brug af det varme vand fra hanen.....	1	2	3	4

3. Har De inden for de sidste 14 dage været generet af lugt eller dårlig luftkvalitet i Deres bolig fra noget af følgende? (Sæt en ring om et tal i hver linie)

	ikke generet	lidt generet	noget generet	meget generet
a. Fra rygning	1	2	3	4
b. Fra trafik.....	1	2	3	4
c. Fra boligens byggematerialer, inventar eller møbler	1	2	3	4
d. Fra aktiviteter inde i egen bolig.....	1	2	3	4
e. Fra mug og skimmelvækst	1	2	3	4
f. Fra naboers aktiviteter	1	2	3	4
g. Fra industrifurening.....	1	2	3	4
h. Lugt eller dårlig luftkvalitet, men ved ikke hvorfra	1	2	3	4

4. Har De inden for de sidste fire uger været generet af :

	nej	ja, af og til	ja, flere gange om ugen	ja daglig
a. Kløe, tørhed irritation i øjnene	1	2	3	4
b. Kløe, tørhed irritation i næsen	1	2	3	4
c. Stoppet løbende næse	1	2	3	4
d. Tørhed eller irritation i svælget	1	2	3	4
e. Hæshed	1	2	3	4
f. Hoste	1	2	3	4
g. Hvæsen eller piben i brystet	1	2	3	4
h. Anfald af besværet vejtrækning, uden af De foretog Dem noget anstrengende	1	2	3	4
i. Tør hud på hænder og arme	1	2	3	4
j. Tør og blussende hud i ansigtet	1	2	3	4
k. Unaturlig træthed	1	2	3	4
l. Hovedpine eller tunghedsfornemmelse i hovedet	1	2	3	4
m. Koncentrationsbesvær	1	2	3	4
n. Svimmelhed	1	2	3	4

5. Har De inden for de sidste 4 uger haft

	ja	nej	ved ikke
a. Influenza	1	2	3
b. Forkølelse	1	2	3
c. Bihulebetændelse	1	2	3

6. Andre sygdomme

	ja	nej	ved ikke
a. Har De nogensinde haft astma	1	2	3
b. Har De nogensinde haft allergisk snue ...	1	2	3
c. Har De som barn haft eksem i knæhaser eller albuebøjninger	1	2	3
d. Lider De af gentagne bihulebetændelser .	1	2	3
e. Lider De af kronisk bronkitis	1	2	3

7. Er De allergisk eller overfølsom overfor

	ja	nej	ved ikke
a. Pollen	1	2	3
b. Dyr (hund, kat, hest mv.)	1	2	3
c. Støvmider	1	2	3
d. Mug/skimmelsvamp	1	2	3
e. Nikkel	1	2	3
f. Andet	1	2	3

8. Brugsvaner

Hvor ofte inden for de sidste 14 dage er følgende blevet gjort i Deres bolig?

	Dagligt eller næsten dagligt	Ikke dagligt men mindst en gang på 14 dage	Ikke de sidste 14 dage
a. Tørret vasketøj i boligen	1	2	3
b. Udluftning med gennemtræk	1	2	3
c. Luftning af dyner – fjernet helt eller delvist fra madras	1	2	3
d. Taget bad	1	2	3
e. Sovet med åben dør til resten af boligen	1	2	3
f. Sovet med åbent vindue	1	2	3
g. Støvsugning	1	2	3
h. Anden form for rengøring	1	2	3

Resultatet af målinger i 87 tilfældigt udvalgte lejligheder viser blandt andet at 13 % af lejlighederne har skimmelsvampevækst, at gulvbelægningen i soverummet er afgørende for forekomsten af husstøvmider, og at beboernes adfærd i forbindelse med fugtkilder ofte er mere afgørende for fugtforholdene end udeluftskiftet. Rapporten påviser dermed et stort behov for bedre fugtregulerende adfærd og mere viden om funktion og brug af udeluftventiler og installationer blandt mange beboere. Resultaterne er relevante som baggrundsmateriale for boligselskaber, byggemyndigheder og projekterende.

1. udgave, 2001
ISBN 87-563-1088-9
ISSN 1600-8049

