

SÆRTRYK AF UGESKRIFT FOR LÆGER 1979



eneste, der hjælper. De må stå på deres ret til at blive behandlet som mennesker og ikke som gamle børn, som man ikke gider høre på og bare manipulerer med. De gamle kan fortælle, og de kan noget med deres hænder. Der er et børnehjem i Nordsjælland, hvor de har ladet gamle komme og fortælle for børnene og tage ud og fiske med dem. Det fungerer aldeles storartet. Det er Danmarks største og mest beskidte hovedpude inden for social- og sundhedssektoren at vi ikke skulle have tid til at opføre os ordentligt over for gamle mennesker. Det er trods alt ikke den værste måde at tjene sine penge på, at være lidt sød og rar ved andre mennesker, så det må vi se at få tid til.

OMH: — De gamle skal holdes i gang med funktioner, der er naturlige for deres alder og ikke ved at sikkert velmenende mennesker sætter dem til at slå i takt med grydelæg og lignende, som vi så det i en TV-udsendelse for nogle år siden.

Angsten for at klage

— *Er det rigtigt, at mange gamle er bange for at blive kaldt vanskelige og derfor finder sig i en del?*

HR: — Det er et generelt træk i min brevkasse, at folk er bange for at lægge sig ud med plejepersonalet eller med de sociale myndigheder. De tør ikke klage, og klager de til mig, så beder de om, at ingen får det at vide, for så går det måske ud over deres gamle mor eller over dem selv, hvis det er egne forhold, de er utilfredse med.

— *Er den angst ubegrundet?*

HR: — Måske, måske ikke, men fornemmelsen er der, og den burde ikke være der. Vi har nok en forkert holdning til klager. Det gælder også sundhedsstyrelsen. Den generelle holdning til en klage er, at det gælder om at få den afvist så hurtigt som muligt. Man kunne jo også mene, at det var spændende at finde ud af, hvad der ligger bag sådan en klage og undersøge forholdene nærmere. Da LEFÈVRE klagede over plejehjemsforhol-

dene, hængte han netop ikke noget bestemt plejehjem ud, alligevel følte et socialudvalgsmedlem sig kaldet til at hænge LEFÈVRE ud og overskred dermed klart sin tavshedspligt. Det er interessant, for det betyder, at selv om man klager anonymt, risikerer man, at anonymiteten bliver brudt.

OMH: — Der skulle naturligvis helst slet ikke være grund til klager.

— *Er dine gamle her på afdelingen bange for at gøre vrøvl?*

OMH: — Jeg ved ikke om de er bange for det, men sagen er nok den, at den ældre generation simpelt hen ikke gør vrøvl.

HR: — Det tror jeg er rigtigt. Det er svært at få den ældre generation til at klage eller bare til at søge om goder, som de vitterligt er berettigede til, men som ikke kommer af sig selv. Netop det, at den generation er så ydmyg, stiller meget store krav til alle os, der tjener vores penge på at hjælpe dem.

Tabet af egen læge

— *Mange gamle er kede af at miste kontakten med deres egen læge, når de kommer på hospital eller plejehjem. Kan der gøres noget ved det?*

OMH: — Desværre ikke, men problemet viser jo også, hvor vigtigt det er at holde det gamle familielægesystem i live. Det findes næppe noget andet sted i verden, og ældrekommissionen bør være opmærksom på, at vi her har et gode, der bør bygges videre på.

HR: — Det er klart, at plejehjemmene ikke kan have mange forskellige praktiserende læger til at tage sig af patienterne. Nu er alle jo ikke lige hénrykte for deres læge...

OMH: — Så kan de jo bare skifte.

HR: — Ja, til august og i årets løb kun hvis lægen går med til det. Jeg ved, at de gamle tit klager over de skiftende læger, de møder, og savner deres egen læge, når de kommer på hospitalet. Der er et problem der. Til

gengæld er det nu ikke så rart, at der slet ingen demokratisk kontrol er med, hvad den enkelte praktiserende læge foretager sig. Han er jo i virkeligheden en lille pave, der råder over indlæggelser, undersøgelser og smertestillende midler lige til den dag, hvor den gamle kommer på hospital eller plejehjem.

OMH: — Jeg taler for princippet og ikke for de eventuelle mindre heldige læger. De fleste læger er da udmærkede, og især i provinsen tror jeg ikke det er så ualmindeligt, at de i en vis udstrækning følger deres forhenværende patienter efter indlæggelsen eller plejehjemsanbringelsen.

HR: — Kan vi blive enige om, at vi må væk fra den ihjelslående procedure, der starter med akut indlæggelse, langtidsmedicinsk afdeling, ventetidshjem og så til sidst endestationen: Plejehjemmet?

OMH: — Det ville sikkert være bedst, om man i videst muligt omfang kunne lade de gamle blive i deres eget hjem, indtil plejehjemspladsen var klar.

HR: — Ja, og så om fornødent skaffe en hjemmesygeplejerske, der kan være hos den gamle hele tiden.

Dø hjemme?

— *Hvordan stiller I jer til tanken om at flere og flere ønsker at dø hjemme?*

HR: — Alle kritiserer sygehusdøden i denne tid, men selv ville jeg nu nok helst dø på et sygehus. Det er rigtigt, at det sjældent fungerer godt og varmt på sygehusene, men det betyder bestemt ikke, at det ville fungere bedre i hjemmene. Man taler om, at man skulle skaffe en pårørende fri fra arbejde for at kunne passe den døende. Den tanke er måske god, hvis der ikke igen bliver lagt et stort pres på kvinderne. Det er næppe morsomt for en bedstefar at blive passet af en sur datter eller svigerdatter, der har følt sig tvunget. Hvis det virkelig er et ønske, er det nu sådan, at man i mange tilfælde kan snakke sig tilrette med sin arbejdsgiver eller med sin kommune. I de gode kommuner er man ikke utilbøjelige til at aflønne den, der skal passe en døende, som hjemmehjælp.

— *Døden på et hospital eller plejehjem ville måske være anderledes, hvis en af de pårørende kunne være der den sidste tid?*

HR: — På Rigshospitalet ved jeg, man har tilbudt forældre at være hos deres børn, men det er langt fra alle, der ønsker det. Måske ville det i endnu højere grad være sådan, når det drejede sig om gamle mennesker. Det kan tit være et problem bare at få de pårørende til at komme på besøg.

OMH: — Det hele hænger nok sammen med den lidt fattige holdning vi efterhånden har til døden her i den vestlige verden. Den er tabu, noget pinligt, noget andre må tage sig af. Mange af de gamle reagerer naturligt på det at skulle dø, mens de pårørende kan gøre det vanskeligt. Måske fordi de ikke har nogen fortrolighed til, at de selv en dag skal forlade denne verden.

Luftens indhold af gasarter, dampe og støv i nyere boliger

Af Cand. scient. LARS MØLHAVE,
JENS MØLLER & IB ANDERSEN

I litteraturen findes mange undersøgelser af udeluftens og arbejdspladsluftens indhold af forureningskomponenter, medens der kun er få undersøgelser af boligluftens indhold af forureningskomponenter.

Formålet med nærværende undersøgelse var at bestemme luftens baggrundsforurening, dvs. den forurening der stammer fra byggematerialer, inventar m.v. i nyere danske boliger af god kvalitet. Målingerne er derfor foretaget, uden at der har været personer til stede i rummene. Der blev foretaget måling af indeluftens indhold af organiske gasser og dampe samt støv. Samtidig blev der foretaget luftskiftemålinger, som er beskrevet i en efterfølgende artikel (13).

EGNE UNDERSØGELSER

Målingerne blev foretaget i 39 beboede lejligheder opført fra 4 til 19 år siden (herefter benævnt »ældre boliger«) og i syv nybyggede, men endnu ubeboede enfamiliehuse (herefter benævnt »nye boliger«). Alle boliger var af god teknisk standard og beliggende i Århus-området.

De ældre boliger var udvalgt blandt 412 lejligheder, som indgik i en tidligere spørgeskemaundersøgelse vedrørende étårige børns sundhedstilstand (2). Det eneste yderligere udvælgelseskriterium ved nærværende undersøgelse var, at børnenes moder skulle være hjemmegående, således at hun kunne bistå ved gennemførelse af målingerne. Vedrørende yderligere detaljer henvises til (13).

De ubeboede boliger blev tilfældigt udvalgt af den løbende produktion fra to danske byggefirmaer. På undersøgelsestidspunktet var disse boliger (typehuse) helt nybyggede, indflytningsklare, men endnu ubeboede, således at der ikke var indflydelse fra møbler, tæpper m.v. eller fra personer og disses aktiviteter. De undersøgte boliger var alle færdiggjort af håndværkerne højest 14 dage før målingerne. Måleperioden for de sidstnævnte var juni til august 1976, medens den for de øvrige boliger var februar til maj 1976.

Metode

Luftprøvetagningen til analyse for gasser og dampe foregik altid i det mindste børneværelse, medens prøverne af luftbåret støv blev taget i opholdsstuen. Prøvetagningen foregik i midten af rummet og med luftindtag ca. 50 cm over gulv. Under selve luftprøvetagningen var luftventiler, vinduer og døre lukkede, og der blev ikke røget; kun prøvetageren havde adgang til luftprøvetagningsrummet.

Luftens indhold af organiske gasser og dampe blev målt med opsamlingsrør indeholdende 600 mg aktiveret trækul. Eluaterne herfra blev analyserede på en gaskromatograf tilsluttet enten flammeionisationsdetektor eller et massespektrometer. Opsamlingsudstyret og -metoden er beskrevet andetsteds (11, 12). Analyseme-

Fra Aarhus universitet, Hygiejnisk institut.

todens detektionsgrænse er 0,02 parts per million (ppm), og usikkerheden på koncentrationerne er ca. 15 %.

Ventilationen blev bestemt ved måling af eliminationsforløbet for en sporgas. I de ubeboede boliger var sporgassen den radioaktive ^{85}Kr , medens der i de beboede boliger blev anvendt freon 12. Målemetoder og resultater er beskrevet andetsteds (13).

Indeluftens indhold af støv i de ældre boliger blev målt med et Sartorius Gravikon støvmålingsudstyr med glasfiberfiltre (SM 13400), der sammen med blindfiltre blev tørret ved 105°C i 24 timer før og efter prøvetagningen. Opsamlingsstiden var ca. to timer og luftvolumenet ca. 60 m^3 . De største partikler, der opsamledes, havde en diameter på ca. $3,6\text{ }\mu\text{m}$ (4).

Mængden af tekstiler i hver lejlighed blev vurderet af prøvetageren (JM), som også vurderede indeluftens lugtniveau ved indtræden i rummet.

Der er anvendt non-parametriske tests og signifikansniveau 5 %.

Resultater

I hver af de 39 beboede ældre boliger blev gennemført målinger af koncentrationen af organiske gasser og dampe; i 38 tilfælde var der resultater fra koncentrationmålinger af luftbåret støv og i 35 tilfælde fra ventilationsmålinger. En støvmåling og fire ventilationsmålinger mislykkedes. I de syv ubeboede boliger blev gennemført målinger af organiske gasser og dampe og af ventilationen, hvorimod der ikke blev foretaget målinger af støvindholdet, da rengøring efter håndværkerne kun var gennemført som fejning.

Lufttemperaturen på prøvetagningsstedet var fra 17 til 27°C med en aritmetisk middelværdi på 22°C . Luftfugtigheden var fra 25 til 55 % relativ fugtighed (RF) ved den forhåndenværende temperatur, den aritmetiske middelværdi var 39 % RF. For disse variable var der ingen signifikante forskelle mellem de ældre og de helt nye boliger. Luftsifterne i de ældre boliger er beskrevet andet steds (13); i de nye boliger var det gennemsnitlige luftsifte 0,3 gange i timen.

I 31, 41 og 28 % af lejlighederne var der henholdsvis lav, middel og stor tekstilmængde. Ved prøvetagerens lugtvurdering var luften i 21 % af lejlighederne lugtfri, i 66 % var der svag lugt, og i 13 % registreredes stærk lugt. I alle de nye (ubeboede) boliger registreredes tydelig lugt.

Fordelingen af totalkoncentrationerne af organiske gasser og dampe i rumluften er vist i Fig. 1. Koncentrationen varierede fra 0,02 til $18,7\text{ mg/m}^3$ med fordelingsmaksimum mellem 0 og $0,25\text{ mg/m}^3$. Den gennemsnitlige koncentration var $1,3\text{ mg/m}^3$ (s: 3,3). I nye og gamle boliger var den gennemsnitlige koncentration henholdsvis $6,2$ og $0,4\text{ mg/m}^3$, hvilket er en signifikant forskel. Den mindste koncentration i de nye boliger var $0,5\text{ mg/m}^3$.

Antallet af stoffer per prøve, udtrykt som summen af de ved massespektroskopi identificerede »toppe« og de »toppe« på gaskromatogrammet, som det ikke var muligt at identificere, varierede meget fra prøve til prøve, som det fremgår af fordelingskurven Fig. 2. Det fremgår, at stofantallet per luftprøve var større i de nye end i de ældre boliger, idet variationsbredderne var henholdsvis fra 25 til 40 stoffer og fra fire til 25 stoffer. Denne forskel er signifikant. I de ældre boliger blev der i gennemsnit påvist 13 stoffer mod 33 i de nye boliger.

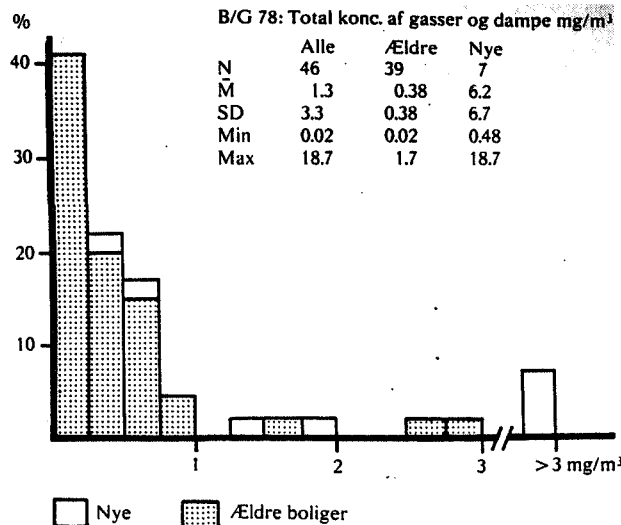


Fig. 1. Den procentvise fordeling af totalkoncentrationer af organiske dampe (mg/m^3) i rumluft fra 39 ældre og syv nye boliger. US st: hydrokarboner i udeluft er $0,16\text{ mg/m}^3$ (16).

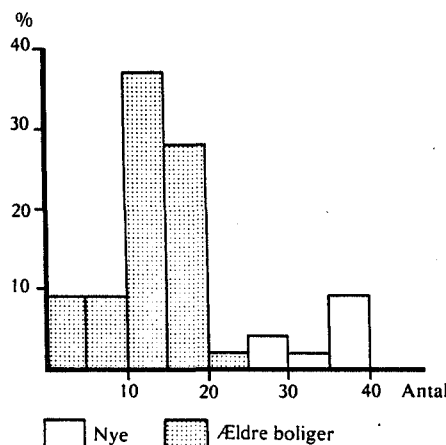


Fig. 2. Den procentvise fordeling af antallet af påviste stoffer per prøve i rumluft fra 39 ældre og syv nye boliger.

Gennemsnittet for alle boliger var 16 stoffer per luftprøve (s: 8).

I alt blev der foretaget 188 identifikationer fordelt på 30 forskellige stoffer, af hvilke 38 % var alkylbenzener ($\text{C}_6\text{-C}_{10}$), 23 % alkaner ($\text{C}_8\text{-C}_{13}$) og 17 % terpenener. 23 % tilhørte andre kemiske grupper (se Tabel I). I såvel ældre som nye boliger var hyppighedsrækkefølgen af disse stofgrupper den samme. Gruppen »andre« omfattede stoffer som ætyl- og butylacetat samt ætanol og isopropanol.

De identificerede stoffer udgjorde en større andel af totalkoncentrationen af gasser og dampe i prøver fra nye end fra ældre boliger. Dette skyldes, at flere stoffer i prøverne fra de nye end fra de ældre boliger overskred identifikationsgrænsen. Der var derimod ikke større forskelle mellem nye og ældre boliger i fordelingen inden for stofgrupper.

De 10 hyppigst forekommende stoffer er opstillet i Tabel II. Hyppigst forekommende var toluen, α -pinen og 3-xylen, der alle blev påvist i mere end 25 % af prøverne. Gennemsnitskoncentrationerne for disse tre stoffer var henholdsvis $0,11$, $0,48$ og $0,23\text{ mg/m}^3$ i nye boliger og henholdsvis $0,08$, $0,15$ og $0,06\text{ mg/m}^3$ i ældre boliger. I nye boliger forekom dekan, undekan og ætanol i størst gennemsnitskoncentration, medens det i

Tabel I. Analyseresultaterne for 46 luftprøver — 7 fra nye og 39 fra ældre boliger.

Stofgrupper	Nye boliger		Ældre boliger		Alle boliger	
	Antal stoffer	Antal identifikationer	Antal stoffer	Antal identifikationer	Antal stoffer	Antal identifikationer
Alkaner						
C8-13	7	60	4	6	7	66
Alkylbenzener (C6-10)	11	52	5	20	11	72
Terpener (C10H16)	5	26	3	8	5	34
Andre	4	4	4	12	7	16
I alt	27	142	16	46	30	188

Tabel II. Oversigt over de 10 hyppigst forekommende stoffer i 46 luftprøver — 7 fra nye og 39 fra ældre boliger.

Stof	Middelkonc. mg/m ³		Koncentration mg/m ³ (46 prøver)		Antal gange påvist	HGV*) mg/m ³
	nye boliger	ældre boliger	min.	max.		
Toluen	0,11	0,08	<0,01	0,35	12	375
α-pinen	0,48	0,15	0,07	0,83	11	**
3-xylen	0,23	0,06	<0,01	0,91	11	435
Decan	0,71	0,13	0,01	2,77	9	**
1.2.4. trimetyl benzen	0,29	0,05	0,01	1,14	9	120
Nonan	0,22	0,14	0,04	0,63	8	1050
Limonen	0,03	0,11	<0,01	0,12	7	**
Undekan	0,67	0,0	0,03	2,36	6	**
Ætanol	0,55	0,22	0,03	0,55	6	1900
Δ3-careen	0,13	0,08	0,06	0,22	6	**

*) HGV = dansk arbejds-hygienisk grænseværdi.

**) For dette stof er ikke fastsat HGV.

Tabel III. Forekomsten af otte allergener i luftbåret støv fra 39 ældre boliger.

Allergen	Antal påvisninger
Husstøv	29
Humant albumin	18
Husstøvmide	16
Kat	6
Hund	3
Hest	2
Ko	2
Mælk	2
	78

(Efter H. LØWENSTEIN)

ældre boliger var ætanol, α-pinen og nonan, der var til stede i størst gennemsnitskoncentration.

Fordelingen af koncentrationerne af luftbåret støv i de ældre boliger er vist på Fig. 3. Den aritmetiske middelværdi var 68 µg/m³. Allergenindholdet i det opsamlede støv er undersøgt af H. LØWENSTEIN. På hver støvprøve blev der foretaget undersøgelse for otte allergener. De små støvmængder, der var til rådighed, gjorde det ikke muligt at foretage en koncentrationsbestemmelse, men alene en kvalitativ påvisning. Der blev i alt foretaget 78 allergenpåvisninger svarende til et

gennemsnit på to allergener per støvprøve; variationsbredden var fra nul til syv allergener per prøve. Fordelingen fremgår af Tabel III.

Den af prøvetageren afgivne lugtvurdering var ligefremt proportional med de målte totalkoncentrationer af gasser og dampe (P = 0,1 %). Yderligere fandtes tendens til omvendt proportionalitet mellem totalkoncentrationen af gasser og dampe og ventilationens størrelse (P = 8 %). Der var ingen tegn på sammenhænge mellem parametrene alder, lufttemperatur, luftfugtighed, støvkoncentration, koncentration af gasser og dampe, lugtintensitet samt ventilation.

DISKUSSION

De undersøgte boliger var alle bygget inden for de sidste 20 år. Ved bolig-tællingen i 1970 boede ca. 1/4 af befolkningen i boliger opført 1961-1970 (8), og da der fra 1971 til 1976 blev opført 257.000 boliger (6), vil mere end 1/3 af befolkningen i dag bo i boliger af samme tekniske standard som de her undersøgte, der alle er omfattet af det landsdækkende bygningsreglements konstruktionsbestemmelser. Undersøgelsen omfatter således ikke de i klassisk bolig-hygienisk forstand »dårlige boliger« (kolde, fugtige, trækfyldte m.v.), men alene boliger der i dag må betegnes som tidssvarende.

En del af de målte gasser og dampe må antages at stamme fra udeluften (3), men sandsynligvis vil det kun være mindre mængder, da alle de undersøgte boliger var beliggende i områder med ringe udendørs luftforurening. Tidligere undersøgelser i Århus har således vist et udendørs støvindhold på i gennemsnit 35 µg m⁻³ (1). Det må derfor antages, at hovedparten af de målte stoffer stammer fra indendørs kilder, og da der ikke var personer til stede under målingen, må stofferne især stamme fra byggematerialer, fra inventar og udstyr samt fra rengøringsmidler, dvs. det drejer sig om rummenes egenbelastning af indeluften, den såkaldte baggrundsbelastning. For såvel gasarter og dampe som for støv vil derfor gælde, at de målte værdier må opfattes som minimumstal, da både menneskers tilstedeværelse og aktiviteter i et rum vil øge luftens indhold af forureningskomponenter.

Der findes ikke egentlige bolig-hygieniske grænseværdier, hvorfor der ved den sundhedsmæssige vurdering er anvendt værdier for udeluftforurening; disse værdier er fastsat under hensyn til befolkningens sammensætning, herunder forekomsten af følsomme personer såsom spæde, gamle, syge m.v. Der er ikke i Danmark fastsat sådanne grænseværdier, men i USA findes der seks, hvoraf to — værdierne for svævestøv (15) og for hydrokarboner (16), kan anvendes ved vurderingen af nærværende data. Den amerikanske grænseværdi for udeluftens indhold af hydrokarboner er på 0,16 mg/m³. Denne værdi er imidlertid ikke fastsat efter hydrokarbonernes biologiske egen-effekt, men næsten udelukkende efter deres egenskaber som udgangsmateriale for den fotokemiske omsætning i atmosfæren, der resulterer i dannelse af stærkt øjen- og luftvejsirriterende stoffer, bedst kendt fra den såkaldte Los Angeles smog.

Den sundhedsskadelige effekt af de påviste stoffer i sig selv er noget varierende (se Tabel II). De alifatiske hydrokarboner (nonan, dekan og undekan) og ætanol er alle slimhindeirriterende og med virkning på centralnervesystemet, men de må dog i de fundne koncentra-

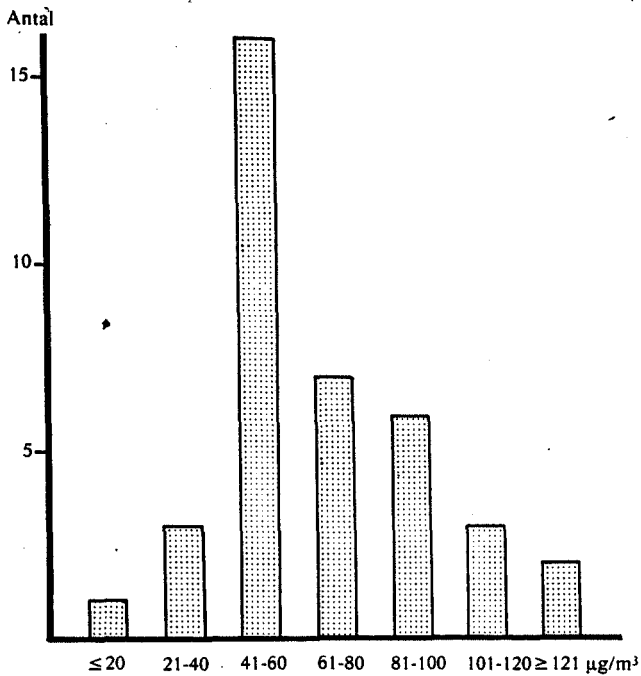


Fig. 3. Fordelingen af koncentrationerne af luftbåret støv i rumluften i 38 ældre boliger. US standard for svævestøv i udeluft er $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (15).

tioner betragtes som uskadelige. De øvrige stoffer (bortset fra limonen og Δ^3 -caren, hvis biologiske effekt i det væsentlige er ukendt) har i princippet samme effekt som de ovennævnte, men er væsentligt mere slimhindeirriterende. Nye erfaringer fra arbejdspladser, hvor organiske opløsningsmidler anvendes, tyder på, at der kan være betydelige slimhindegener hos i øvrigt raske individer selv ved koncentrationer på 20-30 % af den arbejdshygiejniske grænseværdi (5). Har et stof eksempelvis en arbejdshygiejnisk grænseværdi på ca. $400 \text{ mg}/\text{m}^3$ (jf. Tabel II), skulle der efter disse arbejdsplads erfaringer hos raske individer kunne være gener ned til koncentrationer på $100 \text{ mg}/\text{m}^3$. Regnes befolkningens opholdstid i boligen til at være fire gange arbejderens tid på arbejdspladsen, og indregnes, at spædbørn per kg legemsvægt har en respirationsmængde, der er den dobbelte af voksnes (hvorfor de indånder den dobbelte dosis (9) betyder dette, at samme inhalationsdosis, som fremkalder arbejdspladsgener, vil opnås for boligens beboere, såfremt indeluften indeholder mere end 13 mg hydrokarboner/ m^3 . Ud fra denne betragtning forekommer det sandsynligt, at følsomme individer som f.eks. luftvejsallergikere kan opleve luftvejsirritation ved de koncentrationer af gasarter og dampe, der er målt i de helt nye boliger, medens det må anses for tvivlsomt, om sådanne gener vil forekomme ved de væsentligt lavere koncentrationer i ældre boliger.

Spørgsmålet er derefter, om to eller flere af de påviste stoffer ved samtidig optræden foranlediger en potensering af de slimhindeirriterende egenskaber, eller om de påviste gasarter og dampe under visse indendørs forhold omdannes til stoffer, der er mere slimhindeirriterende end udgangsstofferne. Vi kender ikke i dag eksempler på førstnævnte mulighed, men det vides fra studier af den udendørs fotokemiske luftforurening i USA, at der dannes slimhindeirriterende stoffer ved hydrokarboners reaktioner med iltatomer og exci-

terede ilt- og ozonmolekyler. Ozon vil eksempelvis kunne dannes ved reaktioner mellem kvælstofoksider og atmosfærens iltioner, men i boliger er det vanskeligt at forestille sig denne proces fremkaldt af andet end anvendelse af højfjeldssol, elektrostatiske luftrensere o. lign. Ozon og kvælstofoksider vil imidlertid kunne trænge ind i boligen fra udeluften. Der er endnu ikke i Danmark foretaget målinger af ozon og kvælstofoksider i ude- eller indeluft, men i Sverige er der f.eks. i udeluften målt ozonkoncentrationer, der i gennemsnit er ca. 0,04 ppm med værdier indtil 0,11 ppm under fotokemiske episoder (10). På grund af reaktiviteten vil koncentrationerne af disse stoffer dog være lavere i indeluft end i udeluft (14). Betingelserne er således tilstede for en omdannelse af hydrokarboner i indeluften til oksidationsprodukter, der er mere øjen- og luftvejsirriterende end de oprindelige stoffer. Under eksperimentelle forhold er vist, at toluen, xylen og trimetylbenzen kan omdannes til stoffer, der er fra tre til fem gange mere slimhindeirriterende end udgangsstofferne (17).

Erfaringerne fra udendørs forhold i USA er, at ved hydrokarbonkoncentrationer højere end $0,16 \text{ mg}/\text{m}^3$ vil den fotokemiske omdannelse medføre øjen- og luftvejsgener (16). Gennemsnitsværdien for hydrokarboner i de her undersøgte ældre boliger var mere end det dobbelte af denne værdi og i nye boliger ca. 40 gange denne værdi, hvorfor der var mere end tilstrækkeligt materiale til, at generende mængder slimhindeirriterende stoffer ville kunne dannes ved fotokemisk eller tilsvarende omdannelse. Det er en erfarings sag, at indeklimatiske klager over slimhindegener er mest udtalte i helt nye bygninger.

Den aerodynamiske diameter af det opsamlende støv var mindre end $3,5 \mu\text{m}$, hvorfor støvet vil belaste såvel luftveje som alveoler. Den sundhedsmæssige vurdering kan tage sit udgangspunkt i den amerikanske grænseværdi for støv i udeluft på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (15). Det fremgår af Fig. 3, at ca. halvdelen af de målte værdier (der kun omfatter de ældre boliger) overstiger denne grænseværdi, og enkelte er endog mere end dobbelt så store som denne. Det må antages, at disse koncentrationer kan give anledning til luftvejsgener hos følsomme personer, men antagelig ikke hos normale. Det skal igen understreges, at de målte værdier er baggrundsværdier, og at enhver personaktivitet i et rum vil øge støvkoncentrationen.

Betragtes som sædvanlig arbejdshygiejnisk praksis den samlede effekt af gasarter, dampe og støv som additiv og forudsættes, at støvkoncentrationen i de nye boliger er som i de ældre boliger, vil sumbelastningen være af en størrelsesorden, der i de nye boliger gør en akut effekt i form af slimhindeirritation særdeles sandsynlig hos følsomme individer som f.eks. luftvejsallergikere. Disse vil eventuelt kunne få udløst anfald på grund af uspecifik luftvejsirritation eller eventuelt (jf. Tabel II, der dog alene giver kvalitative oplysninger) anfald udløst af det allergen, vedkommende er specifikt følsom for. Det er tvivlsomt, om disse følsomme individer vil være generet af den væsentligt lavere sumbelastning i de ældre boliger, og det kan ikke med nogen rimelig sikkerhed vurderes, om i øvrigt raske personer vil opleve akutte gener eller på længere sigt få luftvejssymptomer ved disse lave koncentrationer. For at undgå høje koncentrationer af forureningskomponenter i indeluften vil det være nødvendigt, at der

enten gøres indgreb mod forureningskomponenternes kilder, f.eks. ved ansættelse af maksimumværdier for nye byggematerialers afgivelse af forureningskomponenter, eller at der anvendes luftskifter, der er tilstrækkelige til at sikre et passende lavt indhold af forureningskomponenter i indeluften.

RESUMÉ

Der er foretaget målinger af baggrundsluftforureningen, dvs. den forurening der stammer fra byggematerialer, inventar m.v. i børneværelserne i 39 beboede lejligheder opført inden for de sidste 20 år, og i syv nybyggede, indflytningsklare énfamiliehuse.

Totalkoncentrationen af organiske gasser og dampe varierede fra 0,02 til 18,7 mg/m³. I nye og ældre boliger var den gennemsnitlige koncentration henholdsvis 6,2 og 0,4 mg/m³. Der var flere forskellige stoffer i luften i de nye end i de ældre boliger, gennemsnittene var henholdsvis 33 og 13 stoffer. Stofferne var næsten identiske i de to boligtyper, 37 % var alkylbenzener, 23 % var alkaner og 17 % terpenes, medens de øvrige 23 % omfattede mange forskellige stoffer.

Koncentrationen af luftbåret støv varierede fra mindre end 20 til mere end 120 µg/m³ med gennemsnit på 68 µg/m³. Hver prøve blev undersøgt for tilstedeværelsen af otte allergener. Der var fra nul til syv allergener per prøve med et gennemsnit på to. Koncentrationen af luftbåret støv var ca. dobbelt så stor som den amerikanske hygiejniske grænseværdi for udeluft.

Mange af de påviste gasarter og dampe var øjen- og luftvejsirriterende, men de fundne koncentrationer skønnes selv med antagelse af additiv sumbelastning for den samtidige støvpåvirkning dog kun at ville fremkalde gener hos følsomme individer. Mulighederne for potensering eller omdannelse til stoffer, som er mere slimhindeirriterende end udgangsstofferne, diskuteres. Det påpeges, at de hyppige indeklimaklager i form af slimhindegener ligner de gener, der optræder ved den fotokemiske Los Angeles smøg. Såfremt en omdannelse af tilsvarende art som den fotokemiske omdannelse finder sted i indeluft, vil dette kunne medføre slimhindegener selv hos raske individer, da de målte hydrokarbonværdier i nye boliger er 40 gange større og i ældre boliger dobbelt så store som den amerikanske hygiejniske grænseværdi for hydrokarboner i udeluft. Denne værdi er fastsat under hensyn til gener som øjen- og luftvejsirritation forårsaget af fotokemisk omdannelse af hydrokarboner.

Tak til cand. scient. H. LÖWENSTEIN, Proteinkemisk laboratorium, Københavns universitet.

SUMMARY

LARS MØLHAVE, JENS MØLLER & IB ANDERSEN: The content of gases, vapours and dust in the indoor air of modern homes.

Ugeskr. Læg. 1979, 141, 956-961.

Measurements were undertaken of basic indoor air pollution, i.e. the pollution originating from building materials, furniture etc. in the children's rooms in 39 occupied flats, built within the past 20 years and in seven newly-built one-family houses ready for occupation.

The total concentrations of organic gases and vapours varied from 0.02 to 18.7 mg/m³. The average concentration in new and in older homes were 6.2 and 0.4 mg/m³, respectively. Contaminants were more numerous in the atmospheric air in the new homes than in older homes, the averages being 33 and 13 contaminants, respectively. The contaminants were practically identical in the two types of homes: 37 % were alkyl benzenes, 23 % were alkanes and 17 % were terpenes, while the remaining 23 % included many different substances.

The concentration of air-borne dust varied from less than 20 to more than 120 µg/m³ with an average of 68 µg/m³. Each sample was investigated for the presence of eight allergens. The number of allergens found varied from none to seven per sample, the average being two. The concentration of air-borne dust was approximately twice the American air quality criteria for outdoor air.

Many of the gases and vapours identified are irritating to the eyes and respiratory passages. It is, however, considered that the concentrations found, presuming additive effect due to simultaneous influence of dust, would only produce symptoms in sensitive individuals. The possibilities of potentiation or conversion to substances which are more irritating to mucosa than the original substances are discussed. It is emphasized that complaints due to indoor atmosphere in the form of irritation of mucous membranes resemble the symptoms which occur with the photochemical Los Angeles smog. If conversion of a type corresponding to photochemical conversion could occur in the indoor air, this could produce mucosal symptoms even in healthy individuals as the hydrocarbon values measured in the new homes are 40 times greater and twice as great in older homes as the American air quality criteria for hydrocarbons in outdoor air. This value was established in view of symptoms such as irritation of eyes and respiratory passages caused by photochemical conversion of hydrocarbons.

Send reprint requests to LARS MØLHAVE, Hygiejnisk institut, Bygning 180, Universitetsparken, DK-8000 Århus C.

Litteratur:

- 1) Andersen, I.: *Atm. Environm.* 1972, 6, 275-278.
- 2) Andersen, I., Christiansen, P., Dührkop, H., Lundqvist, G. R. & Pedersen, H. Skovbo: *Sundhedstilstanden i nyere etageboliger*. Murerfagets forskningscenter, København 1977.
- 3) Berglund, B. & Lindwall, T.: *Olfactory evaluation of indoor air quality*. 1. *Int. Indoor Climate Symposium*, 1978. WHO, København.
- 4) Bien, D. T. & Corn, M.: *Amer. industr. Hyg. Ass. J.* 1971, 32, 453-456.
- 5) Bælum, J. & Andersen, I.: *Arbejdspladsundersøgelse af symptomer hos grafiske arbejdstagere*. Under udgivelse.
- 6) Børnekommissionen: *Små børn i bolig og miljø*. København 1978.
- 7) Collet, P. F., Frederiksen, E., Hoffmann, T. & Madsen G.: *Boligers luftskifte*. Teknologisk institut, København 1976.
- 8) Danmarks statistik: *Statistisk årbog*, København 1977.
- 9) Handy, R. & Schindler, A.: *Estimation of permissible concentrations of pollutants for continuous exposure*. Env. Protection Agency, North Carolina 1976.
- 10) Killingmoe, O. & Möllergren, C.: *Mätningen av ozon i Stockholm och Nyköping under perioden 1973-76*. Statens naturvårdsverk PM 1087, Stockholm 1978.

Luftskiftet i nyere boliger

Af JENS MØLLER,
 cand. polyt. GUNNAR R. LUNDQVIST,
 cand. scient. LARS MØLHAVE & IB ANDERSEN

Luftskiftet mellem et rum og dets omgivelser, også kaldet luftfornyelsen eller ventilationen (angivet som volumenstørrelse per tidsenhed), er af stor hygiejnisk betydning. Årsagen er, at luftskiftet fjerner de luftbårne forureningskomponenter, der dannes i ethvert rum på grund af emission af gasarter, dampe og partikler fra byggematerialer, inventar, tekstiler m.v. samt fra mennesker og disses aktiviteter. Fjernes disse forureningskomponenter ikke, bliver luftkvaliteten ringe med sundhedsfare (herunder gener) til følge for personer, der opholder sig i rummet.

Kendskabet til luftskiftets størrelse i danske boliger er imidlertid meget begrænset. Den sidste større undersøgelse blev foretaget i 1959 (5), og den satte aftræksanordningers funktion i køkkener og bade/wc-rum i focus. I 1974 blev foretaget en undersøgelse af det naturlige luftskifte i 25 børneværelser i nybyggede, indflytningsklare boliger. Gennemsnittet var 0,8 luftskifter/time med variationsbredde fra 0,1 til 4,6 luftskifter/time (2). En større undersøgelse af boligernes tæthed blev foretaget med åbne døre i boligen og giver derfor ikke mulighed for at beregne det naturlige luftskifte i boligens enkelte rum. Heller ikke her blev beboernes gener undersøgt (7).

Af energisparehensyn søges det naturlige luftskifte formindsket såvel i nybygninger som ved modernisering af ældre boliger. Formålet med nærværende arbejde har været at foretage en hygiejnisk vurdering af disse ændringer på basis af målinger af luftskiftets størrelse i en række nyere boliger. Målinger af luftens indhold af gasser, dampe og støv i de samme boliger er beskrevet i en forudgående artikel (13).

EGNE UNDERSØGELSER

Materiale

Der er undersøgt 39 etageboliger udvalgt blandt et materiale på 412 nyere boliger, der i forvejen var velbeskrevet med hensyn til bygningstekniske og sundhedsmæssige oplysninger (4).

Udvælgelseskriteriet til nærværende undersøgelse var, at moderen skulle være hjemmearbejdende, da målingerne, der strakte sig over ca. fem timer, krævede tilstedeværelse af en voksen beboer.

Boligerne var alle etageboliger, beliggende i Århusområdet og opført efter bestemmelserne i bygningsreglementerne fra 1961 til 1976. Boliger af denne kategori kan beskrives som værende af teknisk god kvalitet med radiatorer i hvert rum, dobbeltvinduer eller termoglasruder samt ydervægsisolering svarende til en varme-transmissionskvotient $k < 1 \text{ W/m}^2\text{C}$. Boligerne var opført 1959-1973 (Tabel I). Der var én tre-værelses, 12 fire-værelses og tre fem-værelses lejligheder. Beboerantallet varierede fra tre til fem med gennemsnit på 3,5. Beboelsestætheden var fra 0,8 til 1,5 med gennemsnit

Fra Aarhus universitet, Hygiejnisk institut.

- 11) Mølhave, L. & Lajer, M.: Ugeskr. Læg. 1976, 138, 1230-1237.
- 12) Mølhave, L.: Da. Kemi 1978, 59, 28-33.
- 13) Møller, J., Lundqvist, G. R., Mølhave, L. & Andersen, I.: Ugeskr. Læg. 1979, 141, 961-966.
- 14) Thompson, C. R., Hensel, E. G. & Kats, G.: J. Air Pollut. Control Ass. 1973, 23, 881-886.
- 15) U. S. Dep. Health, Education & Welfare: Air quality criteria for particulate matter. Washington D. C. 1969.
- 16) U. S. Dept. Health, Education & Welfare: Air quality criteria for hydrocarbons. Washington D. C. 1969.
- 17) Yeng, C. K. K. & Phillips, C. R.: Atm. Environm. 1973, 7, 551-559.

Tabel I. Boligernes alder, målte luftskifter per time og hertil svarende luftmængder samt måleomstændigheder af særlig betydning for den naturlige ventilation.

Bolig nr.	Opførelsesår	Målt luftskifte h ⁻¹	Hertil svarende luftmængde m ³ /h	Omstændigheder			Korrigeret luftskifte	
				lukket/ åbent rum	vindhastighed m/s	temp. forskel inde/ude° C	a)	b)
01	59-60	1,3	76	lukket	2	12	1,9	1,1
02	61-65	1,1	51	åbent	2	1	2,1	1,2
03	—	1,7	99	lukket	3	15	2,1	1,1
04	—	0,7	64	åbent	0	22	1,1	0,6
05	—	—	—	lukket	5	16	—	—
06	—	0,9	45	åbent	4	7	1,1	0,6
07	—	0,7	36	lukket	1	13	1,1	0,6
08	—	2,7	175	åbent	3	8	3,7	2,1
09	—	1,2	51	åbent	2	10	1,8	1,0
10	66-68	2,6	146	åbent	7	4	1,7	1,0
11	68-69	1,3	85	åbent	—	—	—	—
12	—	0,3	19	lukket	2	12	0,4	0,3
13	—	1,2	71	lukket	4	12	1,4	0,8
14	65-70	1,5	60	lukket	6	18	1,3	0,7
15	—	—	—	lukket	—	—	—	—
16	—	1,0	68	lukket	2	16	1,3	0,7
17	—	0,55	36	lukket	2	23	0,7	0,4
18	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	1,2	67	åbent	2	20	1,5	0,8
20	—	2,0	93	lukket	1	13	3,2	1,8
21	—	1,5	88	åbent	7	15	1,3	0,7
22	—	0,6	39	lukket	5	17	0,6	0,3
23	—	1,6	83	åbent	2	15	2,2	1,2
24	—	2,5	119	åbent	2	13	3,5	2,0
25	—	2,9	165	åbent	4	4	3,9	2,1
26	—	—	—	lukket	—	—	—	—
27	—	1,1	61	lukket	4	0	1,6	0,9
28	68-70	1,2	104	lukket	2	22	1,4	0,8
29	—	2,3	163	åbent	1,5	23	2,8	1,6
30	—	0,8	66	lukket	5	13	0,8	0,5
31	—	1,3	118	åbent	7	14	1,1	0,6
32	—	0,8	70	lukket	4	17	0,9	0,5
33	—	0,9	60	lukket	2	9	1,4	0,8
34	—	1,2	88	lukket	0	12	2,4	1,3
35	71-72	1,3	80	åbent	8	18	1,0	0,6
36	72-74	0,7	47	lukket	4	11	0,8	0,5
37	—	0,6	30	lukket	—	—	—	—
38	73-75	1,5	88	lukket	3	10	2,0	1,1
39	—	1,0	59	lukket	0	9	2,2	1,2
Middeltal		1,3	80		3,5	13	1,7	0,9
Spredning		±0,65	±38		±1,9	±5	±0,9	±0,5

a) Korrektion til vinterudeklima (middelvindhastighed og middeludetemperatur i fyringssæsonen)

b) Korrektion til mulig lavværldi (lav vindhastighed og høj udetemperatur i fyringssæsonen)

på 1,1. Ingen af boligerne var derfor overbefolkede ifølge boligministeriets vejledende cirkulære om boliginspektion (12), idet beboelsestætheden ikke i noget tilfælde var større end svarende til to personer over to år per værelse.

Gennemsnitsstørrelsen af opholdsstuen, hvori målingerne foregik, var 25 m² med variationsbredde fra 16 til 38 m². Gulvarealet i boligens børneværelser var fra 7 til 15 m² med gennemsnit på 12 m². Lofthøjden var 2,5 m i samtlige boliger, hvorved der fremkommer beregningsmæssige rumvolumina fra 17 til 37 m³ i børneværelserne og fra 40 til 95 m³ i de større opholdsstuer. De undersøgte boliger var ligeligt fordelt mellem beliggenhed i ejendomme opført som betonelementbyggeri og som muret etagebyggeri. Ingen boliger var forsynet med mekaniske ventilationsanlæg, men der var de lovbestemte aftræksanordninger fra køkken og toiletrum. I disse rum forekommer derfor normalt et

undertryk i forhold til boligens øvrige rum, hvilket medvirker til den naturlige luftfornyelse i disse.

Målingerne blev foretaget fra februar til maj 1976.

Metode

Luftskiftemålingerne blev altid foretaget i opholdsstuen, dvs. i et rum med volumen på 40-95 m³. Målingerne blev foretaget som eliminationsmålinger med benyttelse af freon-12 (CCl₂F₂) som sporgas. Dosering skete fra en 1 liters trykflaske med samtidig måling af den udstømmende sporgasmængde ved hjælp af flow-meter op til en beregnet udgangskoncentration af størrelsesordenen 1.000 parts per million (ppm). I rum af gennemsnitsstørrelse 62 m³ anvendtes en dosering på ca. 80 l freon, idet en vis gasmængde måtte doseres til kompensering for den elimination, som forekom i selve doseringsperioden, der varede ca. 15 minutter. En propelventilator i rummets midte tilvejebragte jævn opblanding af sporgassen i rumluften under dosering og måling. Opsamlingen af luftprøver til efterfølgende gasanalyse foregik også i rummets midte med