

rate of 0.5 changes per hour in future Danish homes is lower than the average ventilation in buildings erected during the last 20 years. Knowledge of the health consequences of this low ventilation rate is very sparse.

Instead of a fixed ventilation rate, it is suggested that the ventilation is adjusted to the rate of emission of pollutants from building materials, furniture etc., from inhabitants and from inhabitants' activities.

Send reprint requests to GUNNAR R. LUNDQVIST, Hygiejnisk institut, Bygning 180, Universitetsparken, DK-8000 Århus C.

Litteratur:

- 1) Andersen, B. Eidorff, S., Lund, H., Pedersen, E., Roscnørn, S. & Valbjørn, O.: Vejrdata for VVS-tekniske beregninger. Referenceår. SBI rapport 89, Teknisk forlag, København 1974.
- 2) Andersen, I., Lundqvist, G. R. & Mølhavc, L.: Ugeskr. Læg. 1974, 136, 2133-2139.
- 3) Andersen, I., Lundqvist, G. R. & Mølhavc, L.: Ugeskr. Læg. 1979, 141.
- 4) Andersen, I., Christiansen, P., Dührkop, H., Lundqvist, G. R. & Pedersen, H. Skovbo: Sundhedstilstanden i nyere etageboliger. Murerfagets forskningscenter, København 1977.
- 5) Becker, P. & Evensen, L.: Boligventilation. SBI rapport, Teknisk forlag, København 1961.
- 6) Boligministeriet: Nordisk komité for bygningsbestemmelser. Symposium. Stockholm, oktober 1977.
- 7) Collet, P. F., Frederiksen, E., Hoffmann, T. & Madsen, G.: Boligers luftskifte. Teknologisk institut, København 1976.
- 8) Collet, P. F.: Ingeniøren (Kbh) 1977, 45.
- 9) Jensen, I. Holm: Analyt. Chim. Acta 1960, 23, 13-27.
- 10) Johansson, C. R. & Ronge, H.: Nord. hyg. T. 1965, 46, 45-50.
- 11) Korsgaard, J.: Ugeskr. Læg. 1979, 141.
- 12) Mark, I. & Stehouwer, J.: Ugeskr. Læg. 1960, 122, 13-27.
- 13) Mølhavc, L., Møller, J. & Andersen, I.: Ugeskr. Læg. 1979, 141.
- 14) Yauglou, C. P., Riley, E. C. & Coggins, D. I.: Transactions ASHVE 1936, 42, 133-158.

Formaldehyd i boligluft

Forslag om indførelse af en bolighygiejnisk grænseværdi

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

Irritation af øjen- og næse-svælg-slimhinder har i mange år været hyppig klage ved luftforurening udendøre og ved luftforurening på arbejdspladser (15, 17).

I de senere år har der i Danmark og en række andre lande været mange tilfælde af lignende klager især hos familier i nybyggede parcelhuse. Klagerne har oftest været forårsaget af formaldehyddampe i indeluften stammende fra byggematerialer, især fra spånplader limet med formaldehyd-urinstof. Konklusionen af en større undersøgelse i 1973 (2) af dette problem var, at de dengang anvendte spånplader havde en så betydelig afspaltning af formaldehyddampe, at denne enten måtte nedbringes, eller også måtte anvendelsen af pladerne som byggemateriale indskrænkes betydeligt. Som midlertidig grænseværdi for indluftens indhold af formaldehyd blev foreslået anvendt 0,40 mg/m³ svarende til 1/3 af den arbejds-hygiejniske grænseværdi. Samtidig blev anbefalet iværksættelse af biologiske undersøgelser for at gøre det muligt senere at kunne fastsætte en mere permanent bolighygiejnisk grænseværdi for formaldehyd.

Efter aftale med boligministeriet har vi i 1976 foretaget en række kontrolmålinger af formaldehyd-afgivelser fra nye spånpladetyper for at undersøge, om ændrede produktionsmetoder og andre foranstaltninger har medført lavere formaldehydkoncentrationer i indeluften. Samtidig har vi under kontrollerede forhold i klimakammer undersøgt effekten på mennesker af forskellige formaldehydkoncentrationer.

Formålet med nærværende artikel er at:

- 1) diskutere fastsættelsen af en grænseværdi for luftens formaldehydindhold i boliger.
- 2) beskrive målinger af formaldehyd i en række nye, ubeboede, men indflytningsklare typehuse, hvor nye spånpladetyper er anvendt.
- 2) beskrive målinger under kontrollerede forhold i klimakammer af nye spånpladetyper formaldehyd-afgivelse.
- 4) beskrive virkningen af et påstrykningsmiddel »Fali-max« der påføres færdige spånplader til nedsættelse af afgangningen af formaldehyd.

Resultaterne af de tre sidstnævnte punkter beskrives i det følgende afsnit, medens fastsættelsen af en bolighygiejnisk grænseværdi behandles i diskussionen.

EGNE UNDERSØGELSER

Materiale og metode

Typehusmålinger er udført i syv huse, der af fabrikanterne er udvalgt som repræsentative for dansk typehus-fabrikation. I alle typehusene er anvendt danske spånplader med lav afspaltning af formaldehyd. Typehusene

Fra Aarhus universitet, Hygiejnisk institut.

var alle helt nye, indflytningsklare, men ubeboede; de var beliggende i Midtjylland og af samme konstruktion og med samme materialeanvendelse som de i 1973 undersøgte huse. Undersøgelsen fandt sted i perioden 14.VI.-24.VIII.1976 og omfattede kun målinger i husets mindste opholdsrum (børneværelset). Spånplader indgik i samtlige rumms konstruktion og faste inventar.

For at sikre sammenlignelighed med resultaterne fra 1973 er anvendt samme metode og udstyr som dengang (2). Der blev således foretaget to formaldehydmålinger i hvert rum. Herudover blev der udført ventilationsbestemmelse, måling af lufttemperatur og fugtighed ude og inde samt foretaget en opmåling af alle overflader i rummene.

Klimakammermålinger blev foretaget på fem af Hygiejnisk institut tilfældigt udtagne spånpladesæt fra pladelageret på en større jydsk spånpladefabrik. Hvert sæt bestod af otte ens plader. Sættene var produceret i perioden 2.IV. til 18.XI.1976 og blev udsavet i størrelse 124 × 244 cm. Det resterende spånplademateriale blev undersøgt for indhold af fri formaldehyd og vand. Denne undersøgelse blev foretaget på laboratoriet Novopan Træindustri med den såkaldte perforatormetode, der anvendes til produktionskontrol ved spånpladefremstilling (11).

Der blev anvendt samme måleudstyr og -metode som i 1973 (2), idet der dog kun blev anvendt otte plader per forsøgsserie i klimakammeret mod tidligere 14 plader. I alt blev gennemført fem måleserier hver af en varighed på én uge. Ved alle fem serier blev tilstræbt samme indeklimatiske betingelser: 23°C, 7 g vand/kg tør luft (40 % relativ luftfugtighed (RF)) og 0,75 luftsifter/time.

»Falima«-målinger. Dette produkt anvendes enten som en farveløs imprægneringsvæske eller som en hvid grunder, der kan tjene som basis for senere overfladebehandling. Virkningen af produktet skyldes et indhold af formalinbindende kemikalier. Til undersøgelsen blev anvendt to pladestykker 75 × 160 cm fra samme pladeudvalgt fra pladelageret hos et dansk typehusfirma. Pladen (type 51 — 10 mm) var produceret den 10.I.1978 og leveret til firmaet den 2.II.1978. Det ene af de to pladestykker blev den 3.II.1978 på begge sider påført 0,135 kg/m² ufortyndet Falima 271 (i alt 325 g).

Efter ækvilibrering i én uge under konditionerede forhold 23°C, 40 % RF, blev pladerne anbragt i hver sin rengjorte og baggrundskontrollerede ståltank (1 m³). Ved hjælp af pumper, luftfiltre og konditioneringsanlæg var kasserne ventilerede med 0,5 luftsifte/time. Fugtigheden af den 23°C varme luft blev målt, men blev ikke kontrolleret. Efter to døgn ækvilibrering i kasserne med ovennævnte ventilation blev der for hver kasse foretaget fire formaldehydmålinger fordelt på to døgn. Målinger og analyser foregik som tidligere beskrevet (2).

Resultater

Typehusmålinger: Tabel I viser måleresultaterne fra de syv huse. Under antagelse af normalfordeling er for alle rum udregnet middelværdier og spredninger (én standarddeviation) for temperatur, luftens absolutte vanddampindhold og ventilation samt rummets indhold af spånplade udtrykt i m² spånplade/m³ rumvolumen (α).

Middelværdien af rumtemperaturen var i måleperi-

Tabel I. Data fra typehusmålinger 1976 og 1973.

Målinger i 1976							
Hus nr.	Måle-tids-punkt 1976	Rum-luft °C	g vand/kg luft	Ventilation h ⁻¹	α m ² /m ³ *)	mg HCHO/m ³ luft	E _{korrr} **) mg HCHO/m ³ luft
1	14.VI.	22,8	8,2	0,17	0,94	0,60	0,42
	15.VI.	21,8	7,7			0,54	0,45
2	21.VI.	21,3	7,9	0,38	1,13	0,49	0,46
	22.VI.	27,6	10,0			0,60	0,20
3	28.VI.	27,9	10,1	0,37	1,20	0,59	0,19
	29.VI.	28,1	10,5			0,65	0,20
4	27.VII.	24,9	9,0	0,71	0,98	0,63	0,38
	28.VII.	24,6	8,9			0,55	0,34
5	9.VIII.	28,9	9,0	0,27	1,20	—	—
	10.VIII.	28,8	11,0			0,88	0,26
6	16.VIII.	25,0	11,0	0,09	1,67	0,77	0,34
	17.VIII.	25,9	11,1			0,75	0,29
7	23.VIII.	25,1	9,5	0,23	1,24	0,54	0,26
	24.VIII.	31,3	12,4			0,58	0,07
\bar{x}		26,0	9,7	0,32	1,19	0,64	0,30
s		2,9	0,6	0,20	0,24	0,11	0,12
n		56	56	7	7	13	13
Målinger i 1973							
\bar{x}		22,8	7,1	8,8	1,2	0,62	0,64
s		3,2	1,1	0,2	0,9	0,20	0,21
n		93	93	47	25	100	100

*) α = m² spånpladeoverflade/m³ rumvolumen

**) E_{korrr} = den beregnede formaldehydkoncentration ved standardbetingelserne 23°C, 7 g vand/kg tør luft, 1 luftsifte/time.

oden, 26°C, middelluftfugtigheden 9,7 g/kg tør luft og middelventilationen 0,3 luftsifte/time. Rummenes indhold af spånplader var i gennemsnit 1,19 m²/m³. Under de givne betingelser var middelkoncentrationen af formaldehyd i rummene 0,64 mg/m³, s: 0,11 mg/m³ luft. Middelværdierne for 1973-undersøgelsen er anført i tabellens nederste del. Det fremgår, at den anvendte mængde spånplade udtrykt som m² plade per m³ rumvolumen (α) er ens i de to undersøgelsesserier. I 1976-serien, der er udført i sommerperioden, var indeluften mere varm og fugtig end i 1973-serien, der også omfattede vinterhalvåret. Samtidig var det naturlige luftsifte lavere i 1976 end i 1973. Der er korrigeret for disse forskelle ved omregning af formaldehydkoncentrationen til indeklimatiske standardomstændigheder (E_{korrr}) i sidste kolonne.

Klimakammermålinger: Resultaterne herfra er anført i Tabel II. Det fremgår, at de klimatiske betingelser blev opretholdt med middelværdier 22,8°C, 7,2 g vand/kg tør luft og 0,8 luftsifte/time. Den gennemsnitlige formaldehydkoncentration i klimakammeret var under disse betingelser 0,80 mg/m³, s: 0,23, ved i alt 68 enkeltmålinger.

Middelværdi og spredning for perforatorværdierne i de undersøgte pladesæt var henholdsvis 0,029 % og 0,007 %; der blev foretaget 40 målinger af denne art.

Falima-målinger: Målingerne blev gennemført i februar

Tabel II. Data fra klimakammermålinger af spånpladers formaldehydafgivelse.

Pladesæt nr.	Produktions dato 1976	Prøvetagning startede dato 1976	Antal målinger n	Tykkelse mm	Rumløft °C	g vand/kg luft	Ventilation h ⁻¹	mg HCHO/m ³ luft	E _{kor} mg/m ³	Perforatorværdi %
1	11.IV.	25.X.	13	19	22,6	7,6	0,85	0,75 ± 6 %	0,54	0,034
2	1.X.	1.XI.	14	16	23,1	7,4	0,90	0,48 ± 7 %	0,34	0,020
3	18.IX.	8.XI.	14	16	23,1	8,0	0,81	0,64 ± 7 %	0,41	0,028
4	25.-V.	15.XI.	13	19	22,3	7,7	0,73	0,85 ± 6 %	0,60	0,039
5	8.XI.	22.XI.	14	16	23,1	7,3	0,77	0,85 ± 4 %	0,60	0,025
\bar{x}					22,8	7,2	0,80	0,80	0,50	0,029
s					0,7	0,7	0,1	0,23	0,12	0,007
n			68		140	140	140	68	5	5

1978; i alt blev der gennemført tre målinger og én blindværdibestemmelse per plade. Lufttemperatur og luftfugtighed var henholdsvis 22°C, s: 0,7 og 22 % RF, s: 1,3.

Formaldehydkoncentrationerne er anført i Tabel III. Formaldehydligevægtskoncentrationen ved behandlet plade var ca. 58 % af koncentrationen ved ubehandlet plade. Perforatorværdien var 0,016 %.

DISKUSSION

Biologisk effekt af formaldehyd i luft

Formaldehyd er meget vandopløseligt (980 l per liter vand ved 20°C og 760 mmHg), hvorfor dets vigtigste virkning på mennesker er irritation af slimhinderne i øjnene og øvre luftveje, herunder næsehulen.

Ved koncentrationer over ca. 4 mg formaldehyd/m³ udløses der øjeblikkeligt tåreflåd, nysen, hoste, åndenød og kvælningsfølelse. Koncentrationer fra 2 til 4 mg/m³ kan de fleste mennesker tåle at opholde sig i, men der er stærkt ubehag på grund af slimhindeirritation. Den danske arbejdshygiejniske grænseværdi er 1,2 mg/m³ (4).

Vurdering af effekten af lavere koncentrationer må i stor udstrækning basere sig på erfaringer fra dyreforsøg, da der kun er få undersøgelser på mennesker.

I forsøg med én times ekspositioner af marsvin i forskellige formaldehydkoncentrationer er fundet forøget åndingsmodstand i luftveje ved 0,4 mg/m³, som var den laveste værdi, der blev undersøgt. Effekten var større, når åndingen foregik gennem trakealkateter fremfor gennem næsen. Åndingsmodstanden voksede med tiltagende formaldehydkoncentration, og ved samtidig dosering af en aerosol af NaCl-partikler i submikronområdet, som i sig selv ikke bevirkede nogen ændring i åndingsmodstanden, var der større modstandsforøgelse end ved dosering af formaldehyd alene (1). Der er ikke i litteraturen beskrevet tilsvarende undersøgelser foretaget med støv, herunder husstøv. Det må forventes, at en tilblending af proteinholdigt støv (som f.eks. husstøv) til formalinholdig luft vil forstærke formalins biologiske effekt, da bindingen af formalin til støvet vil muliggøre, at de lavere luftveje påvirkes ved udfældning af formalinbærende støvpartikler, og at støvets allergiserende egenskaber forstærkes af formalinpåvirkningen.

Lave formaldehydkoncentrationer standser det mukociliære flow i luftvejene. Således er der fundet ciliostase hos trakeostomerede rotter efter udsættelse

for 0,6 mg/m³ i 150 sekunder (8), og tilsvarende forhold er fundet hos andre dyrearter (12). I forsøg med hunde er formaldehydretentionen fra næse til trakealbifurkaturen mere end 95 % ved 350 mg/m³ i indåndingsluften (9). Dette tyder på, at der ved lavere formaldehydkoncentrationer og normal næseånding i ren og støvfri luft kun vil trænge små formaldehydmængder ned i de lavere luftveje og ned i lungerne.

Ved undersøgelser af n. trigeminus' respons på amyalkohol er der i forsøg med rotter fundet en hæmning ved 0,6 mg formaldehyd/m³ luft (14). Hos rotter og flere andre dyr nedsætter formaldehyd respirationsfrekvensen. KANE & ALARIE (13) har fastlagt dosis-responskurven herfor hos rotter udsat for formaldehyd i forskellige koncentrationer. Ved 1,4 og 0,7 mg formaldehyd/m³ luft var der en reduktion i respirationsfrekvensen på henholdsvis 50 og 15 %. Ved ekstrapolation findes, at 0,3 mg formaldehyd/m³ luft ikke har deprimerende effekt på respirationsfrekvensen.

Litteraturens angivelser af menneskers lugttærskel for formaldehyd varierer fra 0,03 til 1,2 mg/m³ (19). Der er derfor grund til at lægge vægt på en nyere svensk undersøgelse omfattende 64 personer fra 17 til 63 år akut udsat for koncentrationer fra 0,003 til 1,8 mg/m³. Halvdelen af personerne havde ved 0,17 mg/m³ seks korrekte svar ved seks bestemmelser (16). Evnen til at opfatte formaldehydlugten aftager i løbet af en til to timer, men er til stede igen i fuldt omfang f.eks. efter en frokostpause eller ved en gentagelse af målingen næste dag (15). Hos rotter giver gentagen udsættelse for samme formaldehydkoncentration en stadig større nedsættelse i respirationsfrekvensen (13). Der er ingen forklaring på denne øgede følsomhed ved gentagen eksposition, men da formaldehyd reagerer med S-H grupper i proteinstoffer, kan det tænkes, at den beskyttende effekt af disse aftager, efterhånden som de inaktiveres af formalin (13).

Vi har for nylig undersøgt effekten på 16 raske, unge menneskers luftvejsfunktion, komfortfølelse og indlæringsevne af fem timers udsættelse for enten 0,3, 0,5, 1,0 og 2,0 mg formaldehyd/m³ (3). Undersøgelsen blev foretaget i et klimakammer ved 23°C og 50 % relativ luftfugtighed, friskluftforsyningen var 500 m³/time.

Der var ikke signifikante ændringer i hverken nasal åndingsmodstand, vitalkapacitet, FEV_{1,0} (mængden af udåndingsluft i første sekund af udåndingsfasen) eller FEV_{25-75%} (mængden af udåndingsluft i den midterste halvdel af udåndingsfasen), men der var tendens til

Tabel III. Formaldehydafgivelse fra ubehandlet og Falima-behandlet spånplade

Prøve nr.	HCHO mg/m ³ fra ubehandlet spånplade	HCHO mg/m ³ fra Falima-behandlet spånplade
Blindprøve	0,02	0,00
1	0,59	0,36
2	0,60	0,31
3	0,53	0,32
\bar{x} (1-3)	0,57	0,33
s	0,04	0,03

stigende trykfald i næsen ved stigende koncentration. I den forreste tredjedel af næsehulens cilierede afsnit, men ikke i de øvrige afsnit, var der signifikant nedsat mukociliær funktion ved alle koncentrationer bortset fra 1,0 mg/m³, og nedsættelsen var større efter fire timer end efter to timer. Ved 2 mg/m³, men ikke ved de lavere koncentrationer, var der en signifikant forøgelse af lugttærsklen for ætylvaleriat. Personernes diskomfort var proportional med formaldehydkoncentrationen, når denne var større end 1 mg/m³. Ved 2 mg/m³ aftog diskomforten efter to timers udsættelse, ved de øvrige koncentrationer tiltog diskomforten med tiden, men selv ved den højeste koncentration var diskomfortvoteringerne kun på 18 på en skala fra 0 til 100 defineret som henholdsvis »ingen gener« og »uudholdelige forhold«. Generne var især øjenirritation og tørhed i næse og svælg. Efter udsættelse for 0,3, 0,5, 1,0 og 2,0 mg/m³ havde henholdsvis 3, 5, 15 og 15 af de 16 forsøgspersoner disse klager.

Vi konkluderer af dette forsøg, at formaldehydkoncentrationen skal være lavere end 0,3 mg/m³, for at en fem timers udsættelse ikke skal medføre slimhindegener og nedsættelse af slimhindernes naturlige rensningsmekanisme.

Efter absorption kan mennesker effektivt afgifte mindre mængder formaldehyd, idet der i såvel lever som røde blodlegemer er enzymer, der kan omdanne formaldehyd til myresyre. Der er ikke i litteraturen beskrevet kumulative giftvirkninger ved formalinudsættelse, og der kendes ikke teratogene eller mutagene virkninger. Det anses for usandsynligt, at formaldehyd skulle have karcinogen effekt på pattedyr (12).

Formaldehydallergi i form af kontaktdermatit og erhvervsmæssigt betinget formalinasthma er velkendt. Derimod er der ikke beskrevet formalineksem eller asthma ved de formalinkoncentrationer, der kan træffes i boliger (normalt < 2 mg/m³).

Bolighygiejnisk grænseværdi for formaldehyd

Medens der i USA er fastsat arbejdshygiejniske grænseværdier for ca. 700 forskellige stoffer, er der sammesteds kun fastsat grænseværdier for kontinuerligt ophold for seks hyppigt forekommende udeluftforureningskomponenter (SO₂, NO_x, CO, O₃, hydrokarboner og svævestøv). Hverken i USA eller Europa er der officielle grænseværdier for formaldehyd i udeluft, men i USSR er den 0,035 mg/m³ (10).

Den amerikanske standard for ventilationsluft fastsætter, at ventilationsluft ikke må indeholde forureningskomponenter i højere koncentration end 1/10 af den arbejdshygiejniske grænseværdi. Der er ingen rationel basis for at anvende værdien 1/10, men reelt

svarer det i USA til en ventilationsluftværdi på 0,3 mg/m³ (5). Der foreligger forslag om at nedsætte den amerikanske arbejdshygiejniske grænseværdi til 1,2 mg/m³ (15) svarende til dansk niveau; ventilationsluftværdien vil da blive 0,12 mg/m³. For rumfartøjer er sidstnævnte værdi også foreslået som grænseværdi under 90 og 1.000 dages rumrejser (6).

Fastsættelsen af en bolighygiejnisk grænseværdi bør være baseret på, at alle personer undtagen specifikt overfølsomme (allergikere) er beskyttet mod helbredsforringende påvirkninger. Samtidig bør det kræves, at hovedparten af de udsatte ikke udsættes for subjektive gener (diskomfort) eller funktionsnedsættelse ved fysisk eller psykisk arbejde. For de specifikt overfølsomme må der træffes særlige foranstaltninger.

I dyreforsøg ligger grænsen for akut biologisk respons i form af luftvejsmodstandsændringer ved formaldehydudsættelse ved 0,3 til 0,4 mg/m³ (1, 13); hos mennesker er der fundet nedsat nasal mukociliær rensningsfunktion ved 0,3 mg/m³, og ved denne koncentration havde tre af 16 individer øjen- og luftvejsirritation ved fem timers ekspositionen (3). En grænseværdi bør derfor være lavere end ovennævnte værdi, da det er vist i dyreforsøg, at en sådan irritation (målt som nedsættelse af respirationsfrekvensen) kan ledsages af en række fysiologiske forandringer i form af forøget modstand i de konduktive luftveje, perifer vasokonstriktion, katekolaminsekretion og bradykardi (7). Da endvidere halvdelen af en persongruppe kan lugte formaldehyd i en koncentration på 0,17 mg/m³ (16), vil det være rimeligt under hensyn til adaptationen ved længere udsættelse at foreslå en grænseværdi på 0,15 mg formaldehyd/m³ eller lavere. Dette niveau er det halve af tærskelværdien for irritationseffekt på luftvejene og vil kun forårsage kortvarige lugtgener hos mindre end halvdelen af de eksponerede. Den foreslåede grænseværdi er 3-4 gange mere end baggrundsværdien i udeluft. Det skal understreges, at en sådan grænseværdi ikke i tilstrækkelig grad vil beskytte personer med luftvejssygdomme. Der er i øvrigt i dag ikke viden til, at en grænseværdi for disse kan fastlægges med sikkerhed. Ligeledes skal det understreges, at fastsættelsen af ovennævnte grænseværdi er baseret på undersøgelser med akut eller subakut eksposition. En større sikkerhed i fastsættelsen af en bolighygiejnisk grænseværdi vil kun kunne opnås ved gennemførelse af flere studier specielt tilrettelagt med henblik på denne problemstilling.

Vurdering af målingerne af formaldehydafgivelse fra spånplader

I forhold til såvel den tidligere foreslåede midlertidige grænseværdi for formaldehyd i indeluft på 0,40 mg/m³ (2) som den her foreslåede nye værdi på 0,15 mg/m³ forekommer de sidst fundne koncentrationer på 0,64 mg ± 0,11 mg/m³ at være uacceptable for almindelige beboelsesrum. Ved sammenligning af målinger foretaget under forskellige indeklimatiske betingelser skal der imidlertid korrigeres for forskelle i temperatur, luftfugtighed og luftskifte, idet disse parametre indvirker på formaldehydafspaltningen. Omregnes formaldehydkoncentrationen ved hjælp af den tidligere udarbejdede matematiske model til de tidligere foreslåede standardbetingelser 7 g vand/kg tør luft, ét luftskifte/time samt 23°C, findes en middelværdi på 0,30 mg formaldehyd/m³, s: 0,12. Dette må betegnes som en

betydelig forbedring i forhold til den tilsvarende værdi i 1973, der var 0,64 mg/m³; 1976-værdien andrager således kun 48 % af 1973-værdien. Værdien for 1976 er dog stadig ca. dobbelt så høj som den nu foreslåede grænseværdi på 0,15 mg/m³. Der er derfor behov for fortsat arbejde med nedbringelse af spånpladers og andre limede produkters formaldehydafspaltning.

Klimakammermålingerne på spånplader i 1973 blev som tidligere nævnt udført ved 22°C, 0,5 luftskifte/time samt 5 g vand/kg tør luft som udgangsbetingelser for målingerne, hvorfor en sammenligning med resultaterne af den nye klimakammerundersøgelse ikke umiddelbart kan foretages. Ved hjælp af den tidligere udviklede matematiske model for spånpladers formaldehydafgivelse er de målte fem middelkoncentrationer imidlertid omregnet til de klimatiske betingelser, der var rådende under 1973-forsøgene (E_{kor} i Tabel II), og samtidig er der korrigeret for anvendelse af et mindre antal plader. De sidst undersøgte plader forårsagede i middel en formaldehydkoncentration på 0,80 mg/m³ ± 0,23 mg/m³, hvilket med 1973-forsøgets betingelser svarer til 0,50 mg/m³ ± 0,12 mg/m³ tør luft. Den tilsvarende koncentration for 1973-forsøget var 0,70 mg/m³ luft. Den nuværende formaldehydafgivelse er således reduceret til ca. 70 % af 1973-værdien. Denne reduktion må tilskrives forbedrede produktionsforhold og bekræfter resultatet af feltmålingerne i typehuse.

Reduktionen i formaldehydafgivelse ved klimakammermålingerne var mindre end den, der konstateredes ved feltmålingerne. Denne forskel kunne eventuelt tilskrives anvendelse i typehusbyggeriet af formaldehydneutraliserende produkter som f.eks. det undersøgte »Falima 271«, idet en påstrykning af dette i en mængde på 0,135 kg/m² reducerer formaldehydafgivelsen til 60 % af afgivelsen fra ubehandlet plade. Det skal imidlertid understreges, at hverken en eventuel ændring i afgangens kvalitative sammensætning eller i varigheden af den formaldehydneutraliserende effekt er undersøgt. Det må forventes, at formaldehydneutraliserende præparater af denne type kun har forbigående effekt, hvorfor en påsmøring kun kan betegnes som en nødløsning. De bedste forebyggende foranstaltninger vil være hel eller delvis erstatning af formaldehydafspaltende produkter med neutrale produkter eller en sådan forbedring af de formaldehydafspaltende produkter, at boligluftens indhold af formaldehyd ikke overstiger 0,15 mg/m³. Dette vil kunne opnås enten ved yderligere tekniske forbedringer af de formaldehydafspaltende produkter eller ved anvendelse af formaldehyd-impermeable overfladebehandlinger (plast, maling, lakering m.v.).

Danmark var det første land, hvor formaldehydafgivelse fra limede byggematerialer til indeluften blev påvist som en sundhedsrisiko for store befolkningsgrupper (2). I erkendelse af, at den daværende viden ikke tillod med sikkerhed at fastsætte en hygiejnisk grænseværdi for indeluftens formaldehydindhold, blev derfor foreslået en midlertidig grænseværdi på 0,40 mg formaldehyd/m³ luft, en værdi der var baseret på en beregningsmæssig reduktion af den arbejds-hygiejniske grænseværdi. Denne midlertidige grænseværdi bør nu erstattes med en mere permanent grænseværdi på 0,15 mg formaldehyd/m³ eller lavere.

Der er ikke fra myndighedernes side i de forløbne fire år foretaget indgreb for at sikre overholdelse af den midlertidige grænseværdi og dermed beskytte

befolkningen mod sundhedsskadelige virkninger af formaldehyd fra limede byggematerialer. Danske producenter har bestræbt sig på at forbedre deres produkter, men det vides ikke, hvilke egenskaber importerede produkter har. I den sidste publikation vedrørende anvendelse af spånplader i byggeriet (18) er der end ikke taget stilling til de sundhedsmæssige ulemper forårsaget af formaldehydafspaltning. Træpladekontrolordningen, iværksat på boligministeriets foranledning, vedrører ligeledes kun tekniske egenskaber som styrke, stivhed m.v., men ikke sundhedsmæssige krav idet kontrollen alene omfatter pladernes formaldehydindhold og ikke deres afspaltning af formaldehyd til luften. Indtil sammenhængen mellem disse to kendes, er produkternes formaldehydafspaltning imidlertid der eneste variabel af sundhedsmæssig interesse.

Den danske befolkning er på dette punkt væsentlig ringere stillet end befolkningen i en række andre vesteuropæiske lande. Holland har således i foråret 1978 indført en bolig-hygiejnisk grænseværdi for formaldehyd på 0,12 mg/m³. Denne grænseværdi gælder såvel for nybyggede som for ældre huse. Også Tyskland og Sverige har for nærværende forslag fremme om bolig-hygiejniske grænseværdier for formaldehyd.

RESUMÉ

Ved målinger i boliger, hvor spånplade er anvendt som byggematerialer, er der i tidsrummet 1973-76 sket en reduktion af indeluftens formaldehydindhold fra 0,64 til 0,40 mg formaldehyd/m³ ved givne indeklimatiske standardbetingelser. En tilsvarende om end mindre reduktion i spånpladers formaldehydafspaltning er fundet under kontrollerede forhold i klimakammer. Disse forbedringer i spånpladers kvalitet synes at være tilstrækkelige til, at den for fire år siden foreslåede midlertidige grænseværdi for indeluftens formaldehydindhold på 0,40 mg/m³ er opfyldt. Efter en gennemgang af den nyeste litteratur om formaldehyds biologisk effekt konkluderes, at en bolig-hygiejnisk grænseværdi for formaldehyd bør være 0,15 mg/m³ eller lavere. Holland har i foråret 1978 indført en bolig-hygiejnisk grænseværdi for formaldehyd på 0,12 mg/m³, og flere andre vesteuropæiske lande har også fremsat forslag om en grænseværdi for formaldehyd. Det foreslås, at boligministeriet i samråd med sundhedsstyrelsen straks udbygger den tekniske træpladekontrolordning vedrørende styrke, brandforhold m.v. med en kontrol af produkternes afgang af sundhedsfarlige forureningskomponenter. For formaldehyds vedkommende er der tilstrækkelig viden til, at en sådan kontrolordning umiddelbart kan indføres.

SUMMARY

IB ANDERSEN, GUNNAR R. LUNDQVIST & LARS MØLHAVE
Formaldehyde in the home atmosphere. Proposal
introduction of limits for airborne contaminants.

Ugeskr. Læg. 1979, *141*, 966-971.

During the period 1973-1976, measurements in housing where particle board is used as a building material have revealed a reduction in the formaldehyde content of the indoor atmosphere from 0.64 to 0.40 mg formaldehyde/m³ under standard indoor climatic conditions. A corresponding although slighter reduction in

the release of formaldehyde from particle board was found under controlled conditions in climatic chambers. These improvements in the quality of particle board seem to suffice to fulfill the preliminary limit for the formaldehyde content in the indoor atmosphere of 0.40 mg/m³ which was proposed four years ago. Following a review of the most recent literature concerning the biological effects of formaldehyde, it is concluded that the upper limit for formaldehyde in housing should be 0.15 mg/m³ or less. In spring 1978, an upper limit for formaldehyde of 0.12 mg/m³ was introduced for housing in Holland and several other West European countries have also made proposals concerning limiting values for formaldehyde. It is proposed that the Ministry of Housing together with the Department of Health should immediately augment the facilities for particle board control as regards strength, fire insulation etc. with control of the air-pollution components emanating from the products. Where formaldehyde is concerned, sufficient knowledge is now available to permit immediate introduction of control procedures of this type.

Litteratur:

- 1) Amdur, M. O.: Int. J. Air Pollut. 1960, 3, 201.
- 2) Andersen, I., Lundqvist, G. R. & Mølhav, L.: Atm. Environm. 1975, 9, 1121.
- 3) Andersen, I.: Formaldehyde in the indoor environment. 1st int. Indoor Climate Symposium 1978. WHO, København.
- 4) Arbejdstilsynet: Hygiejniske grænseværdier 1978. Direktoratet for arbejdstilsynet, København 1978.
- 5) ASHRAE: Ventilation standards 62/73 & 90/75 Amer. Soc. of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, henholdsvis 1973 og 1975.
- 6) Atmospheric contaminants in spacecrafts. Panel on air standards for manned spaceflight, Space Science Board, National Academy of Sciences, Washington DC. 1968.
- 7) Barrow, C. S., Alarie, Y. & Stock, M. F.: Arch. environm. Hlth 1978, 33, 79.
- 8) Dalhamn, T.: Acta physiol. scand. 1965, 36, 123.
- 9) Egle, J.: Arch. environ. Hlth 1972, 25, 119.
- 10) Feldman, Y. G. & Bonashevskaya, T.: Gig i Sanit. 1971, 36, 6.
- 11) Fesyp-Perforatormethode zur Bestimmung der Formaldehydabsplattung aus Spanplatte, die Aminoplastharze als Bindemittel enthalten. Fesyp Generalsekretariat, Giessen 1969.
- 12) Investigation of selected potential environmental contaminants: formaldehyde. EPA 560/2-76-009, Washington DC. 1976.
- 13) Kane, L. E. & Alarie, Y.: Amer. indust. Hyg. Ass. J. 1977, 38, 509.
- 14) Kulle, T. J. & Cooper, G. P.: Arch. environm. Hlth 1975, 30, 237.
- 15) Occupational exposure to formaldehyde. DHEW (NIOSH) publication 77-126, Washington DC. 1976.
- 16) Pettersson, S. & Rehn, T.: Hygien och Miljö 1977, 66, 35.
- 17) Schuck, E. A., Stephens, E. R. & Middleton, J. T.: Arch. environm. Hlth 1966, 13, 570.
- 18) Træbranchens oplysningsråd og Statens byggeforskningsinstitut: Spånplader i byggeriet. Træbranchens oplysningsråd, København 1977.
- 19) Van Gemert, L. J. & Nattenbreijer, A. H.: Compilation of odour threshold values in air and water. Centr. Inst. for Nutrition and Food Research. TNO. Zeist, Holland 1977.

Kommentarer

Omtale af sygehistorierne i dagspressen frabedes

Det børnepsykiatriske team og børnene

Af INGER WILLERSLEV

Vi befinder os i disse år på mange fronter i en brydningstid, og også på børnefronten er der brydninger. Det forekommer mig, at vi, der har med børnene at gøre, ofte glider over i en grøft, hvor filosofien bag brydningen optager sindene mere end handlingerne, der kommer ud deraf.

Min adresse er børnepsykiaterens, børnepsykologens, pædagogens, lærerens, socialrådgiverens og socialforvaltningens holdning til og behandling af børnene. Jeg har en opfattelse af, at vi ofte lader vor teoretiseren forløbe med for ringe tilbageholdenhed og for lidt selvkritik, og at det jævnlige går ud over den saglige fordybelse i sagerne, at vi er for tilbøjelige til at kassere én gang erhvervede erfaringer som håbløst forældede, men at vore egne bestræbelser tit er så mangeartede og diffuse, at såvel fremsynetheden som effektiviteten går tabt.

Et vellykket opdragelsesforløb såvel som et vellykket undersøgelses- og behandlingsforløb har som forudsætning, at de ansvarlige voksne er nærværende og realistiske. Men ofte oplever man energien investeret i refleksion over den tænkt ideelle behandling, ofte forfalder teamet til indbyrdes analyse og selvansagelse, og opmærksomheden bortledes fra den væsentligste opgave: at kortlægge barnets situation, finde ind til kernen af dets svagheder og styrke og stimulere det til at leve op til dagligdagens krav. Det sidste gælder netop også for de handicappede børns vedkommende. Disse skal ikke under alle omstændigheder skånes for stød og modgang, men det er det børnepsykiatriske teams opgave at finde et mål for barnet og at afpasse kravene til barnets potentiale. Hvis teamet, som det ofte sker, fordyber sig og fortaber sig på et intellektuelt diskussionsplan, forringer det sine muligheder for at afstikke sit mål. Og når det sker, bliver barnet let udsat for det, der skete i *laissez faire* tiden, og opfatter bestræbelserne som halvhjertede og dobbeltbundne:

I. Tre undersøgelsesinstanser og et bistandskontor var involverede i en sag med 2 mindre børn. De 3 teams havde svært ved at nå frem til en hensigtsmæssig koordinering. Moderen, der opfattedes som let karakterafvigende, var positivt imødekommende og samarbejdsvillig, men spillede også de 4 instanser ud mod hinanden i et tidsforløb på henved 2 år. Først da fik instanserne arbejdet sig frem til en fælles holdning, der fik moderen til at indse rigtigheden af det 2 år tidligere fremsatte råd om en behandlingshjemsanbringelse.

II. Alle fire børn i en søskendeflok var midlertidigt bragt i en børneinstitution til aflastning for den enlige, overanstrengte mor. Den ældste, en 9-årig pige, havde på et børnepsykiatrisk ambulatorium fået påvist en del psykiske afvigelser. Hun var blevet opført på venteliste til indlæggelse på børnepsykiatrisk

Forf.'s adresse: Solvgade 30, 1307 København K.