

IRENA PECKA<sup>1</sup>, RENATA WIGLUSZ<sup>1</sup>, ANNA MADEJA-GRZYB<sup>2</sup>, ALEKSANDRA  
DZIEWANOWSKA-PUDLISZAK<sup>3</sup>

## EMISJA FORMALDEHYDU Z MEBLARSKICH TWORZYW DRZEWNYCH I Z MEBLI BIUROWYCH

### EMISSION OF FORMALDEHYDE FROM WOOD-PRODUCTS AND OFFICE FURNITURE

- <sup>1</sup> Zakład Toksykologii Instytutu Medycyny Morskiej i Tropikalnej w Gdyni  
Kierownik: prof. dr hab. *M. Cempel*
- <sup>2</sup> Laboratorium Badania Wyrobów, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu  
Płyt Drewnopochodnych w Czarnej Wodzie  
Kierownik: mgr *A. Madeja-Grzyb*
- <sup>3</sup> Zakład Bezpieczeństwa, Higieny Pracy i Ochrony Środowiska,  
Instytut Technologii Drewna w Poznaniu  
Kierownik: dr *A. Dziewanowska-Pudliszak*

*W pracy przedstawiono wyniki badań emisji formaldehydu z meblarskich tworzyw drzewnych i z mebli biurowych. Przeprowadzono ich ocenę pod kątem spełnienia normatywów higienicznych formaldehydu w powietrzu pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi.*

Tworzywa drzewne są powszechnie stosowane do wytwarzania mebli. Wśród nich największy udział stanowią płyty wiórowe. Stosuje się je w formie uszlachetnionej, najczęściej laminowane lub okleinowane foliami sztucznymi, naturalnymi, dodatkowo powlekanymi lakierami. Inne tworzywa drzewne, takie jak sklejka i płyty pilśniowe, są używane w mniejszych ilościach.

Do produkcji większości tworzyw drzewnych stosowane są żywice aminowo-formaldehadowe. Żywice te zawierają formaldehyd w postaci wolnej i związanej. Formaldehyd wolny przenika bezpośrednio do otoczenia i jego emisja szybko ulega zanikowi, natomiast związany uwalnia się w sposób stały w wyniku degradacji żywicy, która nasila się pod wpływem wysokiej wilgotności i temperatury [9]. Meble wytwarzane z tworzyw drzewnych mogą zatem być źródłem formaldehydu uwalnianego do otoczenia [2, 4].

Celem pracy była ocena emisji formaldehydu z tworzyw drzewnych stosowanych do produkcji mebli w Polsce w latach 1992–1998 i z mebli biurowych dostępnych na rynku krajowym w latach 1994–1998.

#### MATERIAŁ I METODYKA

Materiał do badań stanowiły tworzywa drzewne stosowane do produkcji mebli i elementy z zestawów biurowych mebli skrzyniowych wykonanych z tworzyw drzewnych, przesyłane do opiniowania higienicznego.

### Tworzywa drzewne

Do badań użyto następujące materiały:

- płyty wiórowe E-1 o grubości 16–18 mm, 17 płyt od 11 producentów krajowych i 16 płyt od 12 producentów zagranicznych,
- płyty wiórowe E-1 laminowane o grubości 16–18 mm, 11 płyt od 7 producentów krajowych i 14 płyt od 11 producentów zagranicznych,
- płyty wiórowe E-1 o grubości 16–18 mm okleinowane okleiną sztuczną, na nośniku papiero-wym, na bazie żywicy mocznikowo-formaldehydowej, 12 płyt od 6 producentów krajowych, – okleinę sztuczną na nośniku papierowym na bazie żywicy mocznikowo – formaldehydowej o grubości 0,1–0,15 mm, 25 arkuszy od 4 producentów krajowych,
- płyty pilśniowe twarde o grubości 3,2 – 5,5 mm, 15 płyt od 6 producentów krajowych, – płyty pilśniowe twarde o grubości 3,2 mm lakierowane lakierem bezformaldehydowym, 12 płyt od 5 producentów krajowych,
- sklejkę o grubości 10–20 mm, 16 płyt od 6 producentów krajowych.

Materiały do badań, z bieżącej produkcji, szczelnie opakowane folią polietylenową dostarczał producent. W dniu rozpoczęcia badań płyty przycinano w taki sposób, aby obciążenie materiałem komory badawczej wynosiło  $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$  kubatury. Badania emisji formaldehydu z tworzyw drzewnych rozpoczynano w ciągu 14 dni od ich produkcji.

### Meble biurowe skrzyniowe

Do badań typowano elementy mebli (drzwiczki, półki, szuflady), które po wyjęciu z kartonu szczelnie opakowywano folią polietylenową i pozostawiano do dnia rozpoczęcia badań. Elementy mebli do badań dostarczał producent albo importer. Wykonano badania elementów mebli z 9 zestawów pochodzących od 6 producentów krajowych i z 11 zestawów pochodzących od 4 producentów zagranicznych.

### Oznaczanie emisji formaldehydu z tworzyw drzewnych i z mebli

Badania emisji formaldehydu przeprowadzano w komorach badawczych o pojemności:  $0,2 \text{ m}^3$ ,  $0,6 \text{ m}^3$  i  $1,0 \text{ m}^3$  wg EUR 13593 EN [3] i Polskiej Normy [8] w następujących warunkach:

- temperatura powietrza:  $23^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ,
- wilgotność względna powietrza:  $45\% \pm 5\%$ ,
- wymiana powietrza: 1/godzinę,
- obciążenie komory materiałem:  $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$  kubatury.

Próby powietrza z komory do oznaczeń formaldehydu pobierano po 24 godzinach od umieszczenia materiału w komorze oraz w kolejnych dniach, aż do ustalenia stanu równowagi emisji formaldehydu. Formaldehyd oznaczano metodą kolorymetryczną z acetyloacetonem [1] lub z p-rozaniłiną [7]. Oznaczalność metody z acetyloacetonem wynosiła  $0,008 \text{ mg}/\text{m}^3$ , z p-rozaniłiną  $0,005 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tabelach I–III. Tabela I przedstawia wyniki oznaczeń emisji formaldehydu z tworzyw drzewnych. Najwyższą emisję z testowanych materiałów wykazały płyty wiórowe. Była ona podobna zarówno dla płyt produkcji krajowej, jak i pochodzących z importu. Niższą emisję, (ok. 71%) w porównaniu z płytami wiórowymi, wykazywały płyty wiórowe okleinowane okleiną sztuczną. Okleina sztuczna uwalniała ok. 2,4 krotnie mniejszą ilość formaldehydu w odniesieniu do płyty wiórowej. Uszlachetnienie płyt wiórowych przez laminowanie spowodowało obniżenie emisji formaldehydu o ok. 68%. Podobne wyniki dla płyt laminowanych uzyskała Łęcka i wsp. [5]. Sklejka wykazała emisję formaldehydu o ok. 45% niższą od emisji z płyt

Tabela I. Emisja formaldehydu z tworzyw drzewnych  
Formaldehyde emission from wood-materials

Tworzywa sztuczne	Emisja [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]							
	produkcja krajowa				import			
	wartość średnia	$\pm$ SD	zakres min max		wartość średnia	$\pm$ SD	zakres min max	
Płyty wiórowe	0,076 n = 17	0,028	0,028	0,125	0,080 n = 16	0,024	0,039	0,100
Płyty wiórowe z okleiną sztuczną	0,054 n = 12	0,023	0,010	0,095	–	–	–	–
Okleina sztuczna	0,032 n = 25	0,021	0,010	0,110	–	–	–	–
Płyty wiórowe laminowane	0,024 n = 11	0,014	0,006	0,060	0,035 n = 14	0,029	0,010	0,100
Płyty pilśniowe twarde	0,017 n = 15	0,009	0,006	0,030	–	–	–	–
Płyty pilśniowe twarde lakierowane	0,028 n = 12	0,016	0,009	0,050	–	–	–	–
Sklejka	0,042 n = 16	0,009	0,025	0,050	–	–	–	–

SD – standardowe odchylenie

n – liczba badanych tworzyw drzewnych

wiórowych. Najniższą emisją charakteryzowały się płyty pilśniowe. Natomiast płyty pilśniowe, pokryte lakierem bezformaldehydowym wykazywały emisję formaldehydu podobną do emisji z płyt wiórowych laminowanych.

Tabela II przedstawia wyniki badań emisji formaldehydu z mebli biurowych produkcji krajowej i z importu. Badania wykazały, że wydzielanie formaldehydu z testowanych mebli krajowych i z importu jest podobne. Niektóre z badanych mebli wykazywały bardzo niską emisję formaldehydu, na poziomie oznaczalności metody ( $0,008 \text{ mg}/\text{m}^3$  – metoda z acetyloacetonem i  $0,005 \text{ mg}/\text{m}^3$  – metoda z p-rozanioliną).

Tabela II. Emisja formaldehydu z mebli biurowych  
Formaldehyde emission from office furniture

Pochodzenie mebli	Emisja [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]			
	wartość średnia	$\pm$ SD	zakres min max	
produkcja krajowa	0,036 n = 9	0,014	0,025	0,069
import	0,041 n = 11	0,024	0,005	0,070

SD – standardowe odchylenie

n – liczba badanych tworzyw drzewnych

W tabeli III podano wyniki oceny higienicznej testowanych tworzyw drzewnych i mebli biurowych. Jako kryterium przyjęto najwyższe dopuszczalne stężenie formaldehydu w powietrzu  $0,05 \text{ mg/m}^3$  dla pomieszczeń kategorii A (pomieszczenia mieszkalne, na stały pobyt chorych w budynkach służby zdrowia, na stały pobyt dzieci i młodzieży w budynkach oświaty, do przechowywania żywności) i  $0,1 \text{ mg/m}^3$  dla pomieszczeń kategorii B (pomieszczenia na pobyt ludzi w budynkach użyteczności publicznej, inne niż zaliczone do kategorii A, pomieszczenia pomocnicze w mieszkaniach) [6].

Tabela III. Ocena higieniczna materiałów meblarskich i mebli  
Hygienic evaluation of wood-products and office furnitures

Materiał/meble	Emisja formaldehydu [ $\text{mg/m}^3$ ]		
	$\leq 0,05$	$> 0,05 \leq 0,1$	$> 0,1$
	% udział materiałów/mebli		
Płyty wiórowe n = 33	24	67	9
Płyty wiórowe okleinowane okleiną sztuczną n = 12	50	50	–
Okleina sztuczna n = 25	88	12	–
Płyty wiórowe laminowane n = 25	84	16	–
Płyty pilśniowe twarde n = 15	100	–	–
Płyty pilśniowe twarde lakierowane n = 12	100	–	–
Sklejka n = 16	100	–	–
Meble biurowe n = 20	85	15	–

n – liczba badanych materiałów/mebli

Jak wynika z tabeli III, płyty wiórowe nieuszlachetnione w 24% spełniają wymóg dla pomieszczeń kategorii A i w 67% dla pomieszczeń kategorii B. Do produkcji mebli biurowych stosuje się z reguły płyty wiórowe uszlachetnione. Niekiedy tylko wąskie powierzchnie niewidocznych krawędzi pozostają nieosłonięte. Testowane płyty wiórowe oklejane okleiną sztuczną w 50% odpowiadały wymaganiom higienicznym dla pomieszczeń kategorii A i w 50% dla pomieszczeń kategorii B. Pozostałe badane tworzywa drzewne: płyta pilśniowa twarda i sklejka w 100% spełniały normatyw przyjęty dla formaldehydu na poziomie  $0,05 \text{ mg/m}^3$ .

Jak wykazały przeprowadzone badania (tab. III) wszystkie testowane meble spełniały wymogi higieniczne dla pomieszczeń biurowych (stężenie formaldehydu  $\leq 0,1 \text{ mg/m}^3$ ). Podobną emisję formaldehydu wykazała również większość mebli dla dzieci i młodzieży, badanych przez *Pudliszak-Dziewanowską* i wsp. [2].

## PODSUMOWANIE

Badania emisji formaldehydu z tworzyw drzewnych i elementów mebli biurowych przeprowadzono przy obciążeniu materiałem  $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$  kubatury komory. W takich warunkach badane płyty pilśniowe, sklejka i większość płyt wiórowych laminowanych (84%) nie powinny powodować ponadnormatywnego ( $> 0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) zanieczyszczenia powietrza formaldehydem dla pomieszczeń kategorii A.

Emisja formaldehydu z testowanych mebli biurowych była niska. Meble te w 85% spełniały wymóg higieniczny dla pomieszczeń przeznaczonych na stały pobyt ludzi (pomieszczenia kategorii A – stężenie formaldehydu  $0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$ ). Nie można wykluczyć, że kilkakrotnie większe obciążenie pomieszczeń biurowych meblami, aniżeli  $1 \text{ m}^2$  powierzchni/ $\text{m}^3$  kubatury, może spowodować zanieczyszczenie powietrza formaldehydem na poziomie wyższym niż dopuszczalne ( $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ).

I. Pecka, R. Wiglusz, A. Madeja-Grzyb, A. Dziewanowska-Pudliszak

## EMISSION OF FORMALDEHYDE FROM WOOD-PRODUCTS AND OFFICE FURNITURE

## Summary

The formaldehyde emission from wood-products (particleboards, particleboards veneered with artificial veneer, laminated particleboard, hard fibreboards, plywood) and office furniture was measured with the use of environmental chamber ( $0.2 \text{ m}^3$ ,  $0.6 \text{ m}^3$ ,  $1.0 \text{ m}^3$  capacity) in the following conditions: temperature  $23^\circ\text{C}$ , relative humidity 45%, 1 air exchange/hour and factor loading  $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Formaldehyde was determined by using colorimetric methods. Among the tested products, hard fibreboards, plywood and almost all of the enriched particleboards should not contaminate indoor air with formaldehyde over its threshold limit values. The tested office furniture fulfil of the hygienic requirements.

## PIŚMIENNICTWO

1. Berge A., Mellegaard B.: Formaldehyde emission from particleboard – a new method for determination. *Forest Prod. J.* 1979, 29, 21–25.
2. Dziewanowska-Pudliszak A., Tymek A., Czajka M.: Aktualne wymagania dotyczące emisji szkodliwych substancji z materiałów meblarskich i mebli i ich spełnianie w Polsce. *Przem. Drzew.* 1999, 7–8, 43–45.
3. EUR 13593 EN 1991 Guideline for characterization of volatile organic compounds emitted from indoor materials and products using small test chambers. Report No. 8. Commission of the European Communities.
4. Jann O., Plehn W., Wilke O.: Umweltfreundliche und emissionsarme Möbel. Beschichtungssysteme-Techniken Prffung-Bewertung. Anforderungen an emissionsarme Möbel. Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI) – Bericht 1995, Nr 31, 83–102.
5. Łęcka J., Morze Z., Synowiec J., Gołaska D.: Dynamika zmian poziomu emisji formaldehydu z płyt wiórowych w zależności od wilgotności powietrza. Konferencja międzynarodowa „Wymagania Unii Europejskiej a stan higieniczności mebli i materiałów stosowanych do ich produkcji”, Instytut Technologii Drewna Poznań. Wilhelm-Klauditz-Institut Fraunhofer Arbeitsgruppe für Holzforschung Braunschweig. Materiały konferencyjne Poznań-Kiekrz 4–5 grudnia 1995, 85–96.
6. Monitor Polski Nr 19, Poz. 231. Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla

zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi.

7. Polska Norma PN-92/Z – 04045/15. Ochrona czystości powietrza. Badanie zawartości aldehydów. Oznaczanie zawartości formaldehydu w powietrzu atmosferycznym /emisja/ metodą spektrofotometryczną z para-rozaniliną.
8. Polska Norma PN-F-06106–2 1994 Materiały meblarskie i meble. Metody oznaczania substancji szkodliwych dla zdrowia. Oznaczanie emisji formaldehydu metodą komorową.
9. *Witte E., Bremer J.*: Modelluntersuchungen zum Einfluss von Temperatur und Luftfeuchte auf die Formaldehydabgabe von aminplastharzgebundenn der Holzspanplatten Emissionssklassen E1 und E2. *Holztechnologie* 1990, 3, 139–142.

Otrzymano: 2000.06.15