

BARBARA IGIELSKA, RENATA WIGLUSZ, ELŻBIETA SITKO, GRAŻYNA NIKEL

UWALNIANIE LOTNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH Z WYKŁADZIN DYWANOWYCH W PODWYŻSZONEJ TEMPERATURZE

THE RELEASE OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM TEXTILE FLOOR COVERINGS IN THE HIGHER TEMPERATURE

Zakład Toksykologii
Instytut Medycyny Morskiej i Tropikalnej
81-519 Gdynia, ul. Powstania Styczniowego 9b
Kierownik: prof. dr hab. *M. Cempel*

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu temperatury 23°C, 29°C i 50°C na emisję formaldehydu, styrenu, 4-fenylocykloheksenu oraz sumy lotnych związków organicznych z wykładzin z przędzy polipropylenowej na filcu, przytwierdzonej lateksem butadienowo-styrenowym.

WSTĘP

Wykładziny dywanowe, powszechnie stosowane w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej, uwalniają do powietrza lotne związki organiczne [1, 2, 9, 10, 13]. Stosowane są też w pomieszczeniach z ogrzewaniem podłogowym, gdzie maksymalna temperatura posadzki osiąga 29°C, natomiast temperatura pomiędzy wykładziną, a cementowym podłożem waha się od 50°C do 60°C [3]. Wiadomo, że wzrost temperatury powoduje wzrost uwalniania lotnych związków organicznych z różnych materiałów stosowanych w budownictwie. Niewiele jest jednak danych o oddziaływaniu podwyższonej temperatury na emisję lotnych związków organicznych z wykładzin dywanowych [11, 12].

Celem pracy było określenie wpływu podwyższonej temperatury na emisję lotnych związków organicznych z wykładzin dywanowych.

MATERIAŁ I METODYKA

Materiał do badań stanowiły 3 wykładziny dywanowe (G, H, K) z przędzy polipropylenowej przytwierdzonej lepiszczem butadienowo-styrenowym /lateksem/ do podłoża z filcu. Wykładziny 3 różnych producentów zakupiono w sklepie. Próbkę wykładzin pobierano z fabrycznie zapakowanych partii, szczelnie owijano folią polietylenową i przechowywano w pomieszczeniu o temperaturze pokojowej, do czasu rozpoczęcia badań.

Pomiary emisji lotnych związków organicznych z wykładzin prowadzono w prototypowej komorze badawczej firmy STRATUS Polska. Przed umieszczeniem w komorze, dwie próbki o wymiarach 50 × 100 cm osłaniano folią aluminiową (Scotch Brand 3M425): stroną wewnętrzną (spód) i krawędzie boczne (badania w temperaturze 23°C i 29°C) lub stroną zewnętrzną (wierzch) i krawędzie boczne (badania w temperaturze 50°C).

Badania emisji lotnych związków organicznych prowadzono w następujących warunkach:

Temperatura [°C]	Wilgotność względna [%]	Obciążenie komory [m ² m ⁻³]	Wymiana powietrza [m ³ godz ⁻¹]	Pobieranie próbek powietrza w kolejnych dniach badań
23	45	0,5	1,0	1, 3, 7, 9, 30
29	40	0,5	1,0	1, 3, 7, 9, 30
50	10	0,5	1,0	1, 3, 7, 9

Oznaczanie lotnych związków organicznych

Próbki powietrza pobierano z szybkością 20 l · godz⁻¹ przez 24 godziny na standardowe rurki z węglem aktywnym (2 sekcje: 100 mg i 50 mg), desorbowano disiarczkiem węgla i oznaczano techniką chromatografii gazowej przy użyciu chromatografu firmy Carlo-Erba GC 6000 Vega z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym. Do oznaczeń zastosowano kolumnę kapilarną DB-624 (30 m × 0,53 mm, 3 μm) z programowaniem temperatury 60°C (5 min) → 10°C/min → 230°C (20 min).

W analitach identyfikowano i oznaczano stężenia: toluenu, styrenu, 4-fenylocykloheksenu (4-PC) oraz sumę lotnych związków organicznych w przedziale od heksanu do heksadekanu, którą przeliczono na toluen. Oznaczalność metody wynosiła dla:

- toluenu – 0,0006 mg · m⁻³, co odpowiada emisji 0,0003 mg · m⁻² · h⁻¹,
- styrenu i 4-PC – 0,0008 mg · m⁻³, co odpowiada emisji 0,0004 mg · m⁻² · h⁻¹.

Oznaczanie formaldehydu

Próbki powietrza pobierano przez 4 godziny z prędkością 20 l · h⁻¹ do dwóch szeregowo połączonych płuczek, zawierających po 10 ml wody redestylowanej. Formaldehyd oznaczano metodą kolorymetryczną z p-rozaniłiną [8]. Oznaczalność metody wynosiła 0,006 mg · m⁻³, co odpowiada emisji 0,003 mg · m⁻² · h⁻¹.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Badane wykładziny nie wykazały emisji formaldehydu w temperaturze 23°C, 29°C i 50°C. W takich samych warunkach badań, nieznaczne ilości formaldehydu uwalniały wykładziny z włókien poliamidowych na spienionym lateksie w temperaturze 50°C [14]. Emisję formaldehydu wykazują tylko nieliczne wykładziny dywanowe [1, 7, 9].

Z oznaczanych składników lateksu: 4-PC i styrenu, badane wykładziny uwalniały jedynie 4-PC, z czego dwie w temperaturze 23°C, 29°C i 50°C, a jedna w 50°C (Tabela I). Emisja tego związku była niewielka i zmniejszała się z czasem. Po 30 dniach badań emisja z wykładziny H w temperaturze 23°C i 29°C obniżyła się 10-krotnie, w porównaniu do emisji początkowej. W zbliżonych warunkach temperatury (23°C – 30°C) emisja początkowa 4-PC z różnych wykładzin na podłożu lateksowym była zróżnicowana i wynosiła: 0,0070 – 0,0970 mg · m⁻² · h⁻¹ [4], 0,0019 – 0,0313 mg · m⁻² · h⁻¹ [10], 0,002 – 0,115 mg · m⁻² · h⁻¹ [13], 0,0004 – 0,0010 mg · m⁻² · h⁻¹ [14].

Podwyższenie temperatury do 50°C spowodowało wzrost uwalniania 4-PC z badanych wykładzin (Tabela I). Podobny wzrost wykazały wykładziny na spienionym lateksie [14].

4-PC powstaje jako produkt uboczny w procesie polimeryzacji żywicy styrenowo-butadienowej. Jest związkiem o mało poznanej toksyczności. Niektórzy autorzy [5] sugerują, że przez analogię do związków o podobnej strukturze, głównym metabolitem 4-PC w organizmie może być 3,4-epoksykycloheksylobenzen, potencjalny inhibitor niektórych enzymów.

Tabela I. Emisja 4-PC z wykładzin dywanowych
Emission of 4-PC from textile floor coverings

Wykładzina	Temperatura badań [°C]	4-PC [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$] / dni				
		1	3	7	9	30
G	23	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	n. w.
	29	0,0020	0,0020	0,0018	0,0018	n. w.
	50	0,0090	0,0050	0,0010	0,0010	–
H	23	0,0120	0,0080	0,0030	0,0020	0,0010
	29	0,0290	0,0250	0,0270	0,0150	0,0030
	50	0,3030	0,2850	0,0940	0,0940	–
K	23	n. w.	n. w.	n. w.	n. w.	n. w.
	29	n. w.	n. w.	n. w.	n. w.	n. w.
	50	0,1600	0,0180	<0.0008	n. w.	–

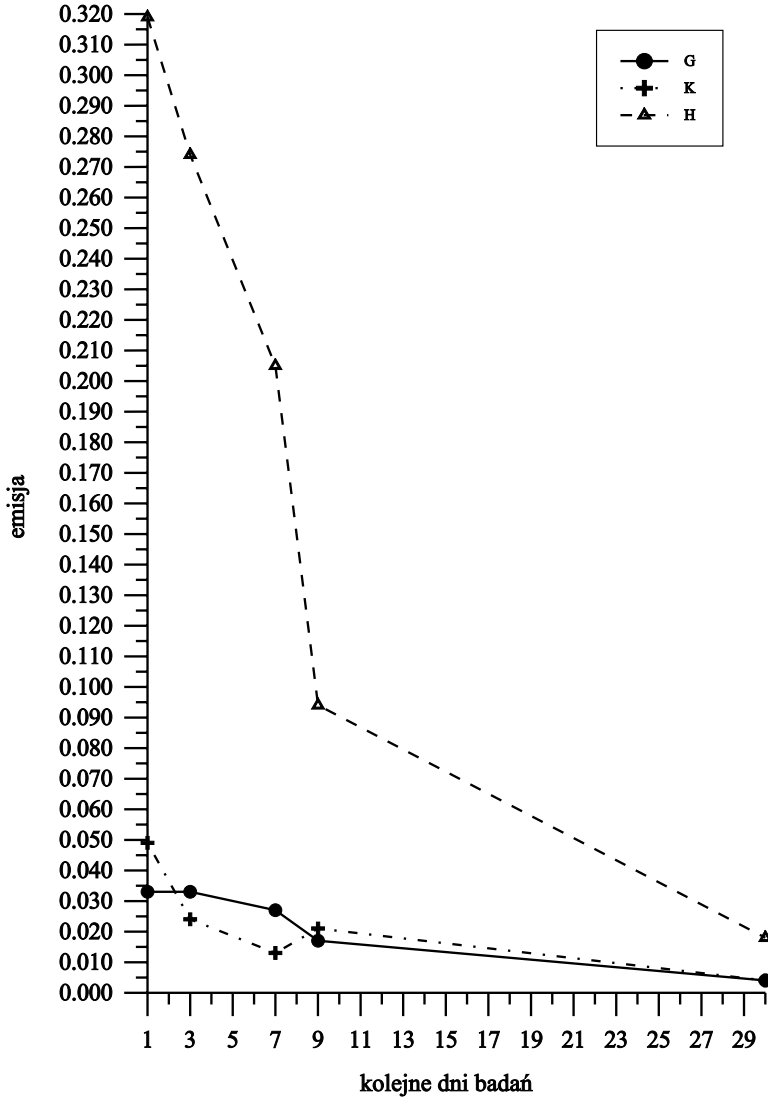
n. w. – nie wykryto

Sumę emisji początkowej lotnych związków organicznych z wykładzin przedstawiono w Tabeli II. Na rycinach 1–3 przedstawiono sumę emisji lotnych związków organicznych w różnych okresach badań, w temperaturach: 23°C (Ryc. 1), 29°C (Ryc. 2) i 50°C (Ryc. 3). W temperaturze 23°C emisja początkowa była zróżnicowana i wahała się w zakresie od 0,0330 do 0,3190 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ (Tabela II). Emisja ulegała obniżeniu z czasem (Ryc. 1). Podobny zakres emisji początkowej sumy lotnych związków organicznych z wykładzin dywanowych wykazano w innych badaniach [4, 6, 13, 14].

Tabela II. Emisja początkowa sumy lotnych związków organicznych z wykładzin dywanowych
Initial emission of total volatile organic compounds (VOC_S) from textile floor coverings

Wykładzina	Emisja [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$]		
	Temperatura [°C]		
	23	29	50
G	0,0330	0,0440	0,6270
H	0,3190	1,2050	8,5880
K	0,0490	0,1160	1,4090

Podwyższenie temperatury z 23°C do 29°C spowodowało 1,3–3,8-krotny wzrost emisji początkowej sumy lotnych związków organicznych, natomiast z 23°C do 50°C aż 19–28-krotny (Tabela II). Po 30 dniach, w porównaniu do emisji początkowej, emisja uległa obniżeniu 8–18-krotnemu w temperaturze 23°C (Ryc. 1), 6–17-krotnemu w temperaturze 29°C (Ryc. 2), a w temperaturze 50°C po 9 dniach 2-, 9- i 52-krotnemu obniżeniu (Ryc. 3).

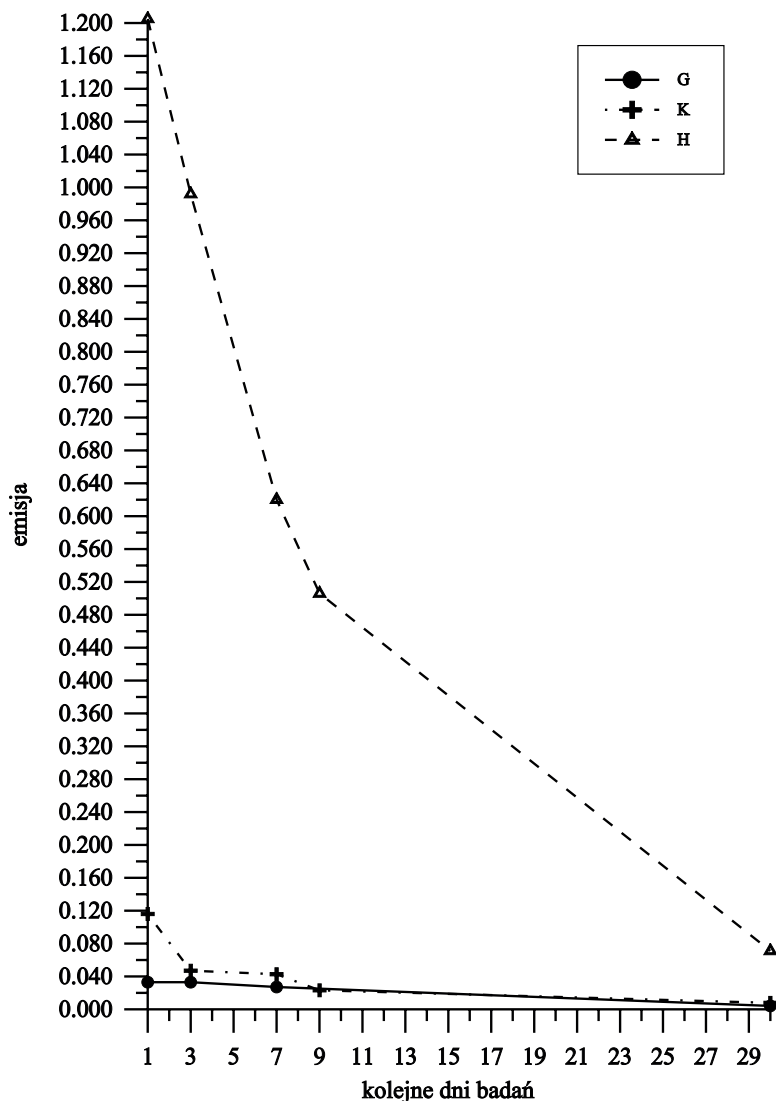


Ryc. 1. Emisja sumy lotnych związków organicznych [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$] z wykładzin dywanowych (G, K, H) w temperaturze 23°C.

Emission of total volatile organic compounds /VOCs/ [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$] from textile floor coverings (G, K, H) at temperature 23°C

Z przeprowadzonych badań wynika, że emisja 4-PC stanowi niewielki udział w sumie uwalnianych lotnych związków organicznych. Podobne obserwacje poczynili *Sollinger* i wsp. [11].

Niewielki poziom emisji początkowej sumy lotnych związków organicznych w temperaturze 23°C oraz jej obniżanie w czasie wskazują, że badane wykładziny nie będą powodo-

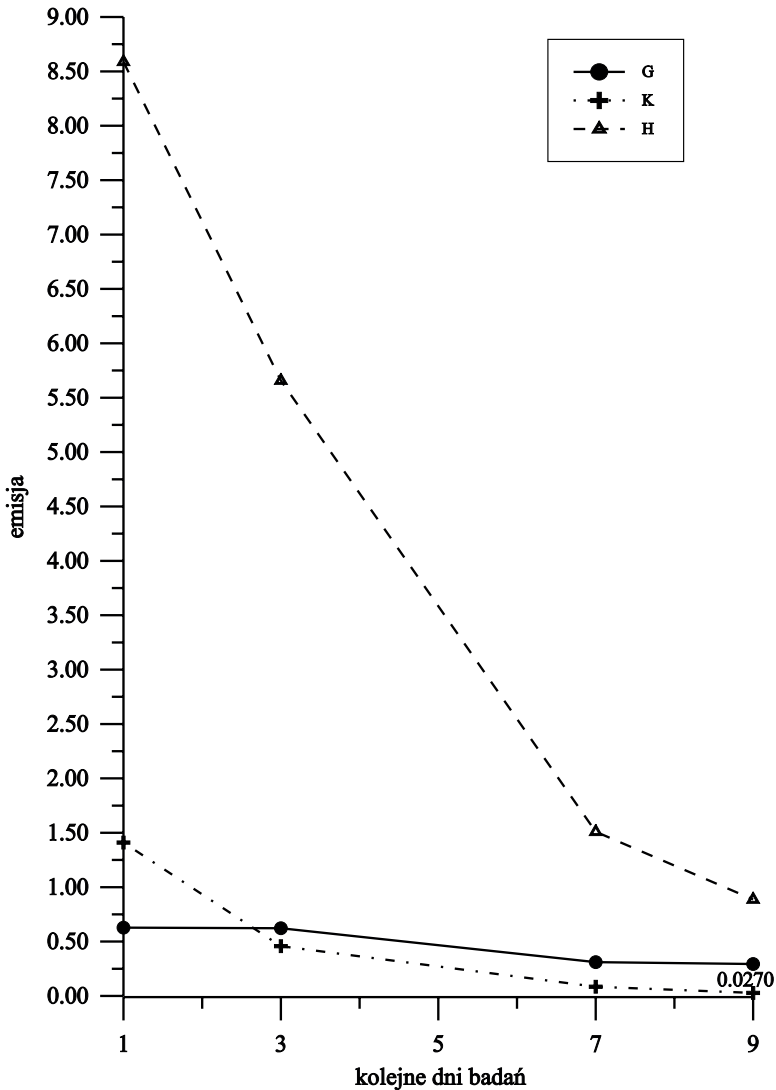


Ryc. 2. Emisja sumy lotnych związków organicznych [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$] z wykładzin dywanowych (G, K, H) w temperaturze 29°C.

Emission of total volatile organic compounds /VOCs/ [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$] from textile floor coverings (G, K, H) at temperature 29°C.

wały nadmiernego zanieczyszczenia powietrza pomieszczeń w temperaturze pokojowej. Takie sugestie wysunęli już *Dietert* i *Hedge* [2] na podstawie oceny toksykologicznej wyników badań emisji lotnych związków organicznych z nowych wykładzin dywanowych.

W temperaturze 50°C emisja początkowa 4-PC i sumy lotnych związków organicznych z dwóch wykładzin jest wysoka (Tabela I, Ryc. 3), a jej obniżenie w czasie nie jest jednakowe.



Ryc. 3. Emisja sumy lotnych związków organicznych [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$] z wykładzin dywanowych (G, K, H) w temperaturze 50°C .

Emission of total volatile organic compounds (VOCs) [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$] from textile floor coverings (G, K, H) at temperature 50°C .

WNIOSKI

Emisja lotnych związków organicznych z niektórych wykładzin z przędzy polipropylenowej, przytwierdzonej do podłoża filcowego lepiszczem lateksowym, może powodować nadmierne zanieczyszczenie powietrza pomieszczeń przy stosowaniu ogrzewania podłogowego. Stopień zanieczyszczenia będzie ulegał obniżeniu wraz z upływem czasu.

B. Igielska, R. Wiglusz, E. Sitko, G. Nikel

THE RELEASE OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS
FROM TEXTILE FLOOR COVERINGS IN THE HIGHER TEMPERATURE

Summary

The effect of temperatures 23°C, 29°C, and 50°C on emission of 4-phenylcyclohexene (4-PC), styrene, total volatile organic compounds (VOC_s) and formaldehyde from textile floor coverings with textile backing and styrene/butadiene latex precoat was examined. Tested coverings didn't show emission of styrene and formaldehyde. At 23°C and 29°C two tested coverings showed emission of 4-PC on low level. The higher emission was observed from all coverings at 50°C. VOC_s emission from coverings increased with increasing of temperature, especially at 50°C. In conclusion some of new textile floor coverings can cause contamination of indoor air after application of sub-floor heating. Contamination, however, will decrease with time.

PIŚMIENNICTWO

1. *Black M. S., Pearson W. J., Work L. M.*: A methodology for determination VOC emission from new SBR latex-backed carpet, adhesives, caushions and installed systems and predicting their impact on indoor air quality. JAQ'91 Healthy Buildings, Atlanta, ASHRAE 1991, 267–272.
2. *Dieter R. R., Hedge A.*: Toxicological consideration in evaluating indoor air quality and human health: impact of new carpet emissions. Crit. Rev. Toxicol. 1996, 26, 633–707.
3. Evaluation of VOC emissions from building products. Solid flooring materials. European Collaborative Action – Indoor Air Quality & Its impact on man. Report No 18, European Commission Joint Research Institute – Environmental Institute, 1997.
4. *Hawkins N. C., Luedtke A. E., Mitchell C. R., Lo Menzo J. A., Black M. S.*: Effects of selected process parameters on emission rates of volatile organic chemicals from carpet. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1992, 53, 275–282.
5. *Hirzy B., Morison R.*: Carpet /4-phenylcyclohexene toxicity: the EPA Headquarters case. Indoor Air Quality and Work Environment Study. EPA Headquarters Buildings. Suppl. vol. 1: Additional Employee Adverse Health Effects Information November 20, 1989.
6. *Igielska B., Pecka I., Sitko E., Nikel G., Wiglusz R.*: Emisja lotnych związków organicznych z wykładzin dywanowych. Roczn. PZH 2002, 53, 307–311.
7. *Mader J. W., Mitchell C. R.*: Analyzing carpet samples for formaldehyde content. Text. Chem. Color 1989, 21, 30–31.
8. Polska Norma PN-92/Z-04045/15. Badania zawartości aldehydów. Oznaczanie zawartości formaldehydu w powietrzu atmosferycznym /emisja/ metodą spektrofotometryczną z pararozaniliną.
9. *Schröder E.*: Textile floor coverings and indoor air quality. Proc. 5 th. Inst. Conf. Indoor Air Quality and Climate., Ottawa, Canada 1990, 3, 719–724.
10. *Sollinger S., Behnert S., Levsen K.*: Determination of organic emissions from textile floor coverings. Proc. of Indoor Air '93, Helsinki, Finland 1993, 2, 471–476.
11. *Sollinger S., Levsen K., Wunch G.*: Indoor pollution by organic emissions from textile floor coverings: climate test chamber studies under static conditions. Atm. Environ. Urban Atm. 1994, 28, 2369–2378.
12. *Stadler J. C., Kennedy Jr. G. L.*: Evaluation of the sensory irritation potential of volatile organic chemicals from carpets and in combination. Food Chem. Toxicol. 1996, 34, 1125–1130.
13. *Tappler P., Boss R., Fiala F.*: Emissions of volatile organic compounds from textile floor coverings. Proc. Int. Conf. Healthy Buildings '94, Budapest, Hungary 1994, 1, 237–242.
14. *Wiglusz R., Igielska B., Nikel G., Sitko E.*: The effect of temperature on the emission of volatile organic compounds (VOC_s) from textile floor coverings. Build. Environ. w druku.