

Anna Jeżewska
Małgorzata Szewczyńska
Agnieszka Woźnica

NARAŻENIE KONSERWATORÓW MALARSTWA NA SUBSTANCJE CHEMICZNE WYSTĘPUJĄCE W POWIETRZU ŚRODOWISKA PRACY

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO AIRBORNE CHEMICAL SUBSTANCES
IN PAINTINGS CONSERVATORS

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy / Central Institute For Labour Protection –
National Research Institute, Warszawa, Poland
Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych / Department of Chemical, Aerosol and Biological Hazards

STRESZCZENIE

Wstęp: W artykule przedstawiono wyniki badań ilościowych substancji chemicznych występujących w powietrzu stanowisk pracy konserwatorów malarstwa. **Materiał i metody:** Badania przeprowadzono w 6 muzealnych pracowniach konserwacji malarstwa. Próbkę powietrza do badań pobierano na różnych etapach prac konserwatorskich (czyszczenie, dublowanie, impregnacja, werniksowanie, retusz). Analizę ilościową substancji chemicznych w pobranych próbkach powietrza prowadzono metodą chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną (gas chromatography with flame ionization detector – GC-FID). **Wyniki:** Podczas badań w powietrzu środowiska pracy konserwatora malarstwa substancje takie, jak toluen, 1,4-dioksan, terpentyna i benzyna do lakierów występowały w stężeniach znacznie przekraczających wartości normatywów higienicznych. Narażenie na te same czynniki chemiczne podczas wykonywania podobnych czynności w badanych pracowniach było różne. To zróżnicowanie wynika ze sposobu wymiany powietrza w pomieszczeniach (rodzaju wentylacji i jej sprawności), wielkości obiektu poddawanego konserwacji, ale także od sposobu prowadzenia prac przez pracowników i stosowania środków prewencji. **Wnioski:** Podczas wykonywania prac konserwatorskich pary niektórych rozpuszczalników organicznych występują w powietrzu w ilościach znacznie przekraczających najwyższe dopuszczalne stężenia, stanowiąc zagrożenie dla zdrowia pracowników. Med. Pr. 2014;65(1):33–41

Słowa kluczowe: konserwator malarstwa, narażenie na czynniki chemiczne, środowisko pracy

ABSTRACT

Background: This paper presents the results of the quantitative study of the airborne chemical substances detected in the conservator's work environment. **Material and Methods:** The quantitative tests were carried out in 6 museum easel paintings conservation studios. The air test samples were taken at various stages of restoration works, such as cleaning, doubling, impregnation, varnishing, retouching, just to name a few. The chemical substances in the sampled air were measured by the GC-FID (gas chromatography with flame ionization detector) test method. **Results:** The study results demonstrated that concentrations of airborne substances, e.g., toluene, 1,4-dioxane, turpentine and white spirit in the work environment of paintings conservators exceeded the values allowed by hygiene standards. It was found that exposure levels to the same chemical agents, released during similar activities, varied for different paintings conservation studios. It is likely that this discrepancy resulted from the indoor air exchange system for a given studio (e.g. type of ventilation and its efficiency), the size of the object under maintenance, and also from the methodology and protection used by individual employees. **Conclusions:** The levels of organic solvent vapors, present in the workplace air in the course of painting conservation, were found to be well above the occupational exposure limits, thus posing a threat to the worker's health. Med Pr 2014;65(1):33–41

Key words: conservator of paintings, chemical exposure, workplace environment

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Anna Jeżewska, Zakład Zagrożeń Chemicznych,
Pyłowych i Biologicznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, e-mail: anjez@ciop.pl
Nadesłano: 12 września 2013, zatwierdzono: 2 stycznia 2014

WSTĘP

Konserwatorzy malarstwa znajdują zatrudnienie w muzealnych pracowniach konserwacji malarstwa lub pracowniach malarstwa i rzeźby polichromowanej oraz w prywatnych firmach konserwatorskich, których w Polsce jest ok. 400 (1). Praca konserwatorów malarstwa nierozdzielnie wiąże się ze stosowaniem czynników chemicznych, takich jak rozpuszczalniki organiczne, kleje, spoiwa, lakiery, impregnaty, farby i inne. Dane literaturowe dotyczące narażenia konserwatorów malarstwa na czynniki chemiczne są skąpe, ale wskazują, że istnieje poważny problem z zapewnieniem odpowiednich warunków pracy tej grupie pracowników (2). Specyfika pracy konserwatora malarstwa, wyniki badań identyfikacyjnych substancji chemicznych występujących w powietrzu stanowisk pracy konserwatorów malarstwa oraz informacje na temat substancji i mieszanin chemicznych używanych podczas konserwacji obrazów (wraz z klasyfikacją zagrożeń wg WE 1272/2008 (3)) zostały szczegółowo omówione we wcześniejszej publikacji autorek (4). Z przeprowadzonych badań identyfikacyjnych (4) wynika, że pracownicy najczęściej narażeni są na rozpuszczalniki organiczne.

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań ilościowych substancji chemicznych, które występują w powietrzu muzealnych pracowni konserwacji malarstwa podczas wykonywania typowych czynności konserwatorskich, takich jak czyszczenie lica obrazu, impregnacja i dublowanie, werniksowanie oraz retusz.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach zastosowano chromatograf gazowy (prod. Hewlett-Packard, Niemcy) – model HP 6890 z analityczną stacją komputerową i detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID – flame ionization detector). Do oznaczania stosowano kolumny kapilarne: HP-20M o wymiarach 50 m × 0,32 mm, grubości filmu – 0,3 μm (prod. Agilent Technologies, Niemcy); Rtx-5MS o wymiarach 60 m × 0,32 mm, grubości filmu – 0,25 μm (prod. Restek, USA) oraz HP-1 o wymiarach 100 m × 0,32 mm i grubości filmu – 0,25 μm (prod. Hewlett-Packard, Niemcy).

Do pobierania próbek powietrza wykorzystano aspiratory Pocket pump (prod. SKC Inc., USA) oraz rotametr ROS-06 (prod. ZA „Rotametr”, Polska) do ich kalibrowania.

W badaniach wykorzystano następujące odczynniki: toluen, propan-2-ol (prod. JT Baker, Holandia), disiarczek węgla, aceton, metanol, trimetylobenzen,

cykloheksan (prod. Sigma-Aldrich, Niemcy), 1,4-dioksan, N,N-dimetyloformamid, octan pentylu (prod. Merck, Niemcy), terpentynę (prod. Royal Talens, Holandia), etanol (prod. POCH, Polska), benzynę do lakierów Kristalloel 21 (prod. Shell Chemicals, Niemcy) oraz wodę wysokiej czystości uzyskaną z aparatu Milli-Q (prod. Millipore, USA). Podczas badań stosowano odczynniki o czystości cz.d.a. (czysty do analizy).

Jako materiałów do pobierania próbek powietrza używano rurek adsorpcyjnych wypełnionych węglem aktywnym i rurek adsorpcyjnych wypełnionych żelem krzemionkowym (prod. ZUP „Analityk”, Polska) oraz rurki adsorpcyjne wypełnione Tenaxem TA (prod. Supelco, USA).

Warunki pobierania próbek i analizy

Próbki powietrza do badań ilościowych pobierano podczas normalnego cyklu pracy (100% zmiany roboczej, tj. przez 6 godzin) w strefie oddychania pracownika – zgodnie z zasadami dozimetrii indywidualnej według PN-Z-04008-7:2002/Az-1:2004 (5). Pobierano je w 6 pracowniach, określonych ze względu na poufność danych jako: pracownia A, pracownia B, pracownia C, pracownia D, pracownia E i pracownia F. Pracownie A–D przeprowadzają konserwację malarstwa sztalugowego. Pracownie E i F wykonują konserwację malarstwa i rzeźby polichromowanej. Badania prowadzono w pracowni:

- A – podczas czyszczenia ramy i lica obrazu,
- B – podczas czyszczenia malowideł,
- C – podczas czyszczenia malowidła, impregnacji i werniksowania,
- D – podczas wykonywania retuszu metodą punktowania,
- E – podczas czyszczenia lica obrazu, impregnacji i werniksowania,
- F – podczas czyszczenia lica obrazu, impregnacji i werniksowania.

Substancje oznaczano ilościowo, stosując metody opisane w Polskich Normach (6–14). Warunki pobierania próbek powietrza i metody ich oznaczania podano w tabeli 1.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki uzyskane z badań przeprowadzonych w 6 pracowniach konserwacji malarstwa przedstawiono w tabelach 2–8. Tabele 2–7 przedstawiają ocenę zgodności warunków pracy z najwyższym dopuszczalnym stężeniem (NDS) w pracowniach A–F, a tabela 8. przedstawia ocenę zgodności warunków pracy z najwyższym dopuszczalnym stężeniem chwilowym (NDSch) w pracowni F.

Tabela 1. Warunki pobierania próbek powietrza i metody ich oznaczania (6–14)
Table 1. Air sampling conditions and methods of determination (6–14)

Substancja Substance	Rurka do pobierania próbek Sampling tube	Objętość próbki powietrza Air volume [l]	Ilość rozpuszczalnika stosowanego do desorpcji Quantity of solvent used for desorption	Metoda Method
Aceton / Acetone	rurka z węglem aktywnym / charcoal sorbent	10	1 ml disiarczku węgla / 1 ml of carbon disulfide	PN-Z-04023-2:1989 (7)
Benzyna do lakierów / White spirit	rurka z węglem aktywnym / charcoal sorbent	10	0,5 ml disiarczku węgla / 0,5 ml of carbon disulfide	PN-Z-04134-3:1981 (10)
N,N-dimetyloformamid / N,N-dimethylformamide	rurka z węglem aktywnym / charcoal sorbent	12	0,5 ml acetonu / 0,5 ml of acetone	PN-Z-04209-02:1989 (11)
1,4-Dioksan / 1,4-Dioxane	rurka z węglem aktywnym / charcoal sorbent	12	1 ml mieszaniny propan-2-olu w disiarczku węgla / / 1 ml of propan-2-ol in carbon disulfide	PN-Z-04431:2011 (14)
Etanol / Ethanol	rurka z węglem aktywnym / charcoal sorbent	20	0,5 ml disiarczku węgla / 0,5 ml of carbon disulfide	PN-Z-04023-2:1989 (7)
Octan pentylu / Pentyl acetate	rurka z węglem aktywnym / charcoal sorbent	5	0,5 ml disiarczku węgla / 0,5 ml of carbon disulfide	PN-Z-04119-1:1978 (9)
Propan-2-ol / Propan-2-ol	rurka z żelalem krzemionkowym / silica gel	5	1 ml wody / 1 ml of water	PN-Z-04224-2:1992 (12)
Terpentyna / Turpentine	rurka z tenaxem / tenax	5	0,5 ml metanolu / 0,5 ml of methanol	PN-Z-04333:2006 (13)
Toluen / Toluene	rurka z węglem aktywnym / charcoal sorbent	5	1 ml disiarczku węgla / 1 ml of carbon disulfide	PN-Z-04115-1:1978 (8)
Trimetylobenzen / Trimethylbenzene	rurka z węglem aktywnym / charcoal sorbent	12	1 ml disiarczku węgla / 1 ml of carbon disulfide	PN-Z-04016-4:1998 (6)

Tabela 2. Ocena zgodności warunków pracy z NDS czynników chemicznych w pracowni A
Table 2. Conditions compliance assessment in the workplace air with MAC (TWA) values of chemical agents in Studio A

Pracownik Employee	Czynności Activities	Pomieszczenie Room	Czynnik chemiczny Chemical agent	Średnie ważone Time-weighted average concentrations [mg/m ³]	NDS MAC (TWA) [mg/m ³]	Krotność NDS MAC (TWA) multiplicity	Współczynnik łącznego narażenia Combined exposure factor
1	czyszczenie ramy / cleaning of the frame	1	1,4-dioksan / 1,4-dioxane terpentyna / turpentine	1 055 -	50 112	21,10 -	21,10
2	czyszczenie malowidła / cleaning of the image	2	N,N-dimetyloformamid / N,N-dimethylformamide terpentyna / turpentine	3 -	15 112	0,20 -	0,20
3	czyszczenie malowidła / cleaning of the image	2	1,4-dioksan / 1,4-dioxane	3	50	0,06	0,06

NDS – najwyższe dopuszczalne stężenie / MAC (TWA) – maximum admissible concentrations.

Tabela 3. Ocena zgodności warunków pracy z NDS czynników chemicznych w pracowni B
Table 3. Conditions compliance assessment in the workplace air with MAC (TWA) values of chemical agents in Studio B

Pracownik Employee	Czynności Activities	Pomieszczenie Room	Czynnik chemiczny Chemical agent	Średnie ważone Time-weighted average concentrations [mg/m ³]	NDS MAC (TWA) [mg/m ³]	Krotność NDS MAC (TWA) multiplicity	Współczynnik łącnego narażenia Combined exposure factor
1	czyszczenie malowidła / cleaning of the image	1	1,4-dioksan / 1,4-dioxane	225	50	4,5	4,5
2	czyszczenie malowidła / cleaning of the image	1	1,4-dioksan / 1,4-dioxane	110	50	2,2	2,2
3	czyszczenie malowidła / cleaning of the image	1	1,4-dioksan / 1,4-dioxane	146	50	2,9	2,9

Skróty jak w tabeli 2 / Abbreviations as in Table 2.

Tabela 4. Ocena zgodności warunków pracy z NDS czynników chemicznych w pracowni C
Table 4. Conditions compliance assessment in the workplace air with MAC (TWA) values of chemical agents in Studio C

Pracownik Employee	Czynności Activities	Pomieszczenie Room	Czynnik chemiczny Chemical agent	Średnie ważone Time-weighted average concentrations [mg/m ³]	NDS MAC (TWA) [mg/m ³]	Krotność NDS MAC (TWA) multiplicity	Współczynnik łącnego narażenia Combined exposure factor
1	czyszczenie malowidła / cleaning of the image	1	terpentyna / turpentine	348,05	112	3,110	3,140
			etanol / ethanol	24,49	1 900	0,013	
			aceton / acetone	7,71	600	0,013	
2	impregnacja / impregnation	1	benzyna do lakierów / white spirit	401,58	300	1,340	1,830
			toluen / toluene	49,91	100	0,500	
3	werniksowanie werniksem w sprayu / varnishing	2	benzyna do lakierów / white spirit	14,80	300	0,050	0,051
			propan-2-ol / propan-2-ol	0,80	900	0,001	

Skróty jak w tabeli 2 / Abbreviations as in Table 2.

Tabela 5. Ocena zgodności warunków pracy z NDS czynników chemicznych w pracowni D
Table 5. Conditions compliance assessment in the workplace air with MAC (TWA) values of chemical agents in Studio D

Pracownik Employee	Czynności Activities	Czynnik chemiczny Chemical agent	Stężenie średnie ważone Time-weighted average concentrations [mg/m ³]	NDS MAC (TWA) [mg/m ³]	Krotność NDS MAC (TWA) multiplicity	Współczynnik łącznego narażenia Combined exposure factor
1	retusz w miejscu ekspozycji obrazu (farby rozpuszczone w rozpuszczalniku <i>solvente forte</i>) / retouching in the museum (paint dissolved in the solvent <i>solvente forte</i>)	octan pentylu / pentyl acetate trimetylobenzen / trimethylbenzene benzyna do lakierów / white spirit toluen / toluene	- - - -	250 100 300 100	- - - -	-

Skróty jak w tabeli 2 / Abbreviations as in Table 2.

Tabela 6. Ocena zgodności warunków pracy z NDS czynników chemicznych w pracowni E
Table 6. Conditions compliance assessment in the workplace air with MAC (TWA) values of chemical agents in Studio E

Pracownik Employee	Czynności Activities	Pomieszczenie Room	Czynnik chemiczny Chemical agent	Stężenie średnie ważone Time-weighted average concentrations [mg/m ³]	NDS MAC (TWA) [mg/m ³]	Krotność NDS MAC (TWA) multiplicity	Współczynnik łącznego narażenia Combined exposure factor
1	czyszczenie malowidła / cleaning of the image	1	terpentyna / turpentine	1 761,00	112	15,720	15,72
2	impregnacja i dublowanie / impregnation and doubling	1	benzyna do lakierów / white spirit toluen / toluene acetone / acetone terpentyna / turpentine	31,10 94,17 13,34 8,95	300 100 600 112	0,104 0,940 0,022 0,080	1,15
3	werniksowanie / varnishing	2	benzyna do lakierów / white spirit toluen / toluene acetone / acetone terpentyna / turpentine	47,41 15,32 9,04 17,30	300 100 600 112	0,160 0,150 0,015 0,150	0,48
4	impregnacja / impregnation	1	benzyna do lakierów / white spirit toluen / toluene	37,80 450,20	300 100	0,130 4,500	4,63
5	werniksowanie / varnishing	2	benzyna do lakierów / white spirit	10,55	300	0,035	0,04

Skróty jak w tabeli 2 / Abbreviations as in Table 2.

Tabela 7. Ocena zgodności warunków pracy z NDS czynników chemicznych w pracowni F
Table 7. Conditions compliance assessment in the workplace air with MAC (TWA) values of chemical agents in Studio F

Pracownik Employee	Czynności Activities	Pomieszczenie Room	Czynnik chemiczny Chemical agent	Stężenie średnie ważone Time-weighted average concentrations [mg/m ³]	NDS MAC (TWA) [mg/m ³]	Krotność NDS MAC (TWA) multiplicity	Współczynnik łącnego narażenia Combined exposure factor
1	czyszczenie malowidła / cleaning of the image	1	aceton / acetone	136,0	600	0,23	0,53
			terpentyna / turpentine	33,7	112	0,30	
			etanol / ethanol	-	1 900	-	
			benzyna do lakierów / white spirit	-	300	-	
2	werniksowanie i impregnacja / varnishing and impregnation	2	benzyna do lakierów / white spirit	495,0	300	1,65	32,78
			toluen / toluene	3112,6	100	31,13	

Skróty jak w tabeli 2 / Abbreviations as in Table 2.

Tabela 8. Ocena zgodności warunków pracy z NDSch czynników chemicznych w pracowni F
Table 8. Conditions compliance assessment in the workplace air with MAC (STEL) values of chemical agents in Studio F

Pracownik Employee	Czynności Activities	Pomieszczenie Room	Czynnik chemiczny Chemical agent	Stężenie średnie ważone Time-weighted average concentrations [mg/m ³]	NDSch MAC (STEL) [mg/m ³]	Krotność NDSch MAC (STEL) multiplicity
2	werniksowanie i impregnacja / varnishing and impregnation	2	benzyna do lakierów / white spirit	654,4	900	0,73
			toluen / toluene	2 075,0	200	10,40

NDSch – najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe / MAC (STEL) – maximum admissible short-term concentration.

Według polskiej normy PN-Z-04008-7:2002/Az-1:2004 (5) warunki pracy należy uznać za szkodliwe, jeżeli stężenie średnie ważone jest większe od wartości NDS dla danej substancji, a w przypadku występowania w powietrzu więcej niż jednej substancji – jeśli współczynnik łącznego narażenia tych substancji jest większy od jedności.

Przeprowadzone badania wykazały, że najbardziej uciążliwymi zabiegami przy obrazie są impregnacja, dublowanie, czyszczenie i werniksowanie. Podczas wykonywania tych czynności do powietrza emitowane są w dużych ilościach rozpuszczalniki organiczne. Podczas impregnacji i dublowania – głównie toluen, podczas czyszczenia – terpentyna i 1,4-dioksan, a podczas werniksowania – benzyna do lakierów. Najwyższe oznaczone stężenie toluenu w powietrzu uzyskano w próbkach pobranych podczas zabiegu impregnacji płótna do dublażu i wynosiło ono $3112,6 \text{ mg/m}^3$, co stanowi 30-krotne przekroczenie wartości NDS (tab. 7).

Podczas czyszczenia malowidła wystąpiło nawet 15-krotne przekroczenie wartości NDS dla terpentyny i 4,5-krotne dla 1,4-dioksanu. Zabieg czyszczenia ramy obrazu 1,4-dioksanem również okazał się niebezpieczny dla zdrowia konserwatora – wartość NDS została przekroczona ponad 20-krotnie. Nawet podczas werniksowania, który jest zabiegiem krótkim, uzyskano ok. 1,6-krotne przekroczenie wartości NDS dla benzyny do lakierów. W próbkach powietrza pobranych do oceny zgodności warunków pracy z NDSCh podczas impregnacji płótna uzyskano 10-krotne przekroczenie wartości NDSCh dla toluenu (tab. 8).

Zgodnie z normą PN-Z-04008-7:2002/Az-1:2004 (5) warunki pracy mogą być uznane za bezpieczne, jeżeli stężenie w żadnej z 15-minutowych próbek – pobranych w okresach, w których oczekuje się szczególnie wysokich stężeń oznaczanych substancji w powietrzu – nie przekracza wartości NDSCh. Warunki pracy są niezgodne z normatywem, jeśli:

- stężenie w jakiegokolwiek próbce jest wyższe od NDSCh,
- stężenie równe NDSCh utrzymuje się w środowisku pracy dłużej niż 15 min lub występuje częściej niż 2-krotnie,
- odstęp między dwoma 15-minutowymi okresami, w których stężenie substancji równe jest NDSCh, jest krótszy niż 1 godz.

Warunki pracy w dniu wykonywania badań były bardzo niebezpieczne dla pracownika.

Pracownie zazwyczaj są wyposażone w systemy wentylacji mechanicznej ogólnej i miejscowej, ale ich działa-

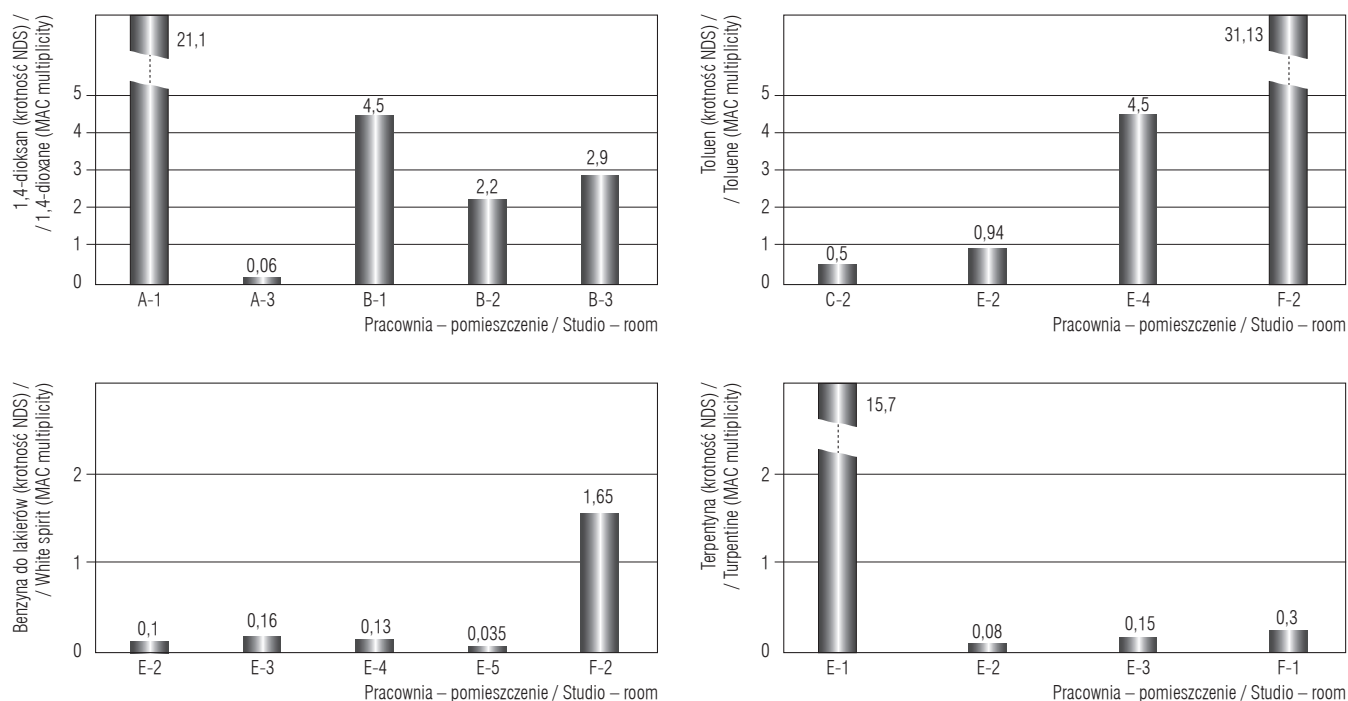
nie często pozostawia wiele do życzenia. Nawet sprawna wentylacja nie zawsze jest włączana przez pracowników z powodu hałasu, jaki powoduje. Każda pracownia składa się z kilku pomieszczeń. Zazwyczaj wyodrębnione jest przynajmniej jedno nawet niewielkie pomieszczenie z przeznaczeniem do prac szczególnie uciążliwych, takich jak impregnacja i werniksowanie, podczas których do powietrza emitowane są w dużych ilościach rozpuszczalniki organiczne. Jest to spowodowane rozpylaniem roztworu żywicy (w toluenie, benzynie do lakierów itp.) za pomocą pistoletu natryskowego lub przez stosowanie handlowych produktów w aerozolu. Problem w tym, że nie wszystkie te pomieszczenia są odpowiednio wyposażone, np. w pracowni F pomieszczenie 2. służące do tego celu nie ma żadnej wentylacji mechanicznej (tab. 7 i 8). Pracownia F nie posiada też wyciągów miejscowych.

Tam, gdzie pomieszczenie wyposażone jest w nowoczesne, wydajne i cicho pracujące systemy wentylacji mechanicznej (np. pracownia A, pomieszczenie 2., tab. 2), warunki pracy są dobre.

Badając narażenie na te same czynniki chemiczne podczas wykonywania podobnych czynności w różnych pracowniach, uzyskano odmienne wyniki (ryc. 1). Poziom stężeń zależał w dużej mierze od sposobu wymiany powietrza w pomieszczeniach (rodzaj wentylacji i jej sprawności), wielkości obiektu poddawanego konserwacji, ale także od sposobu prowadzenia prac przez pracowników i ich wiedzy na temat sposobów ograniczania narażenia.

W pracowni B (tab. 3) przeprowadzono badania zawartości 1,4-dioksanu w powietrzu podczas usuwania werniksu z malowideł. Dwie osoby (pracownik nr 1 i nr 2) pracowały przy jednym obrazie o wymiarach ok. $1 \times 1,5 \text{ m}$, wykonując takie same czynności. W pomieszczeniu włączona była jedynie wentylacja miejscowa. Analiza pobranych próbek powietrza wykazała, że pracownik nr 1 narażony był na 2-krotnie większe stężenia 1,4-dioksanu niż pracownik nr 2. Pracownik nr 2 robił częste, krótkie (ok. 3-minutowe) przerwy w pracy, a pracownik nr 1 pracował bez przerw, nie opuszczając stanowiska przez całą zmianę roboczą. Uzyskane wyniki wskazują na to, że na wielkość narażenia ma także wpływ sposób wykonywania czynności.

Niekiedy konserwatorzy malarstwa muszą pracować w pomieszczeniach muzealnych, zwłaszcza kiedy gabaryty obrazu nie pozwalają na przeniesienie malowidła do pracowni. Właśnie w takich warunkach prowadzone były prace retuszarskie (tab. 5). Farby komercyjne stosowane do retuszu rozpuszczono w niewielkiej ilości rozpuszczalnika *solvente forte*, w którego skład wcho-



NDS – najwyższe dopuszczalne stężenie / MAC – maximum admissible concentrations.

Ryc. 1. Narażenie na 1,4-dioksan, toluen, benzynę do lakierów i terpentynę podczas wykonywania podobnych czynności w różnych pracowniach

Fig. 1. Exposure to 1,4-dioxane, toluene, white spirit and turpentine while performing similar activities in various studios

dził octan pentylu, trimetylobenzen, toluen i benzyna do lakierów. Substancji tych nie wykryto w badanych próbkach powietrza. Stosowane rozpuszczalniki nie stwarzały zagrożenia dla zdrowia pracownika.

WNIOSKI

W dniach, w których były wykonywane badania, toluen, 1,4-dioksan, terpentyna i benzyna do lakierów występowały w powietrzu środowiska pracy konserwatora malarstwa w stężeniach znacznie przekraczających wartości normatywów higienicznych. Warunki pracy są dobre w pracowniach wyposażonych w sprawne systemy wentylacji ogólnej i miejscowej, jeśli pracownicy włączają je podczas pracy z niebezpiecznymi substancjami chemicznymi.

W pracowniach konserwacji malarstwa czynniki chemiczne występujące w powietrzu mogą stanowić istotne zagrożenie dla pracujących tam osób. Narażenie na szkodliwe substancje chemiczne może być mniejsze, jeżeli zostaną podjęte odpowiednie działania techniczne (sprawna i wydajna wentylacja mechaniczna i miejscowa) oraz organizacyjne (np. krótkie przerwy w pracy). Na poprawę warunków pracy może wpłynąć także

zamiana rozpuszczalników bardziej toksycznych na mniej toksyczne, stosowanie przez pracowników środków ochrony indywidualnej (ochrony rąk, oczu i twarzy, odzieży ochronnej, sprzętu ochrony układu oddechowego), a także przeprowadzanie szkoleń w celu kształtowania bezpiecznych zachowań i podniesienia poziomu świadomości o zagrożeniach chemicznych. Takie działania mogą wpłynąć na zmniejszenie narażenia konserwatorów malarstwa na szkodliwe czynniki chemiczne.

PIŚMIENNICTWO

1. Hejmdalski W.: Czynniki zagrożenia w pracowniach konserwacji zabytków. *Bezpiecz. Pr.* 2011;5:20–23
2. Ligor T., Gorczyca P., Buszewski B.: Using gas chromatography for indoor-air quality control in conservation and renovation studios. *J. Occup. Saf. Ergon.* 2005;11(3):251–261
3. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniającego i uchylającego dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (zwane rozporządzeniem GHS). *DzUrz UE* z 2008 r. L 353

4. Jeżewska A., Szewczyńska M.: Zagrożenia chemiczne w środowisku pracy konserwatora malarstwa. *Med. Pr.* 2012;63(5):547–558
5. PN-Z-04008-7:2002/Az-1:2004. Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2004
6. PN-Z-04016-4:1998. Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości benzenu i jego homologów z nasyconym łańcuchem bocznym. Oznaczanie trimetylobenzenu na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1998
7. PN-Z-04023-2:1989. Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości (w mieszaninach) szkodliwych substancji wydzielających się z wyrobów lakierowych nitrocelulozowych. Oznaczanie acetonu, alkoholi: etylowego, n-butyłowego, izobutyłowego, etoksybutylowego, butoksyetyłowego; octanów: etylu, n-butyłu, etoksyetyłu; toluenu i ksyłenu na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1989
8. PN-Z-04115-1:1978. Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości toluenu. Oznaczanie toluenu na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1978
9. PN-Z-04119-1:1978. Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości estrów kwasu octowego. Oznaczanie octanów: metylu, etylu, propylu, butylu i amylu na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej z wzbogacaniem próbki. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1978
10. PN-Z-04134-3:1981. Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości ropy naftowej i jej składników. Oznaczanie par benzyny C do lakierów na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej z wzbogacaniem próbki. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1981
11. PN-Z-04209-02:1989. Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości N,N-dwumetyloformamidu. Oznaczanie N,N-dwumetyloformamidu na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1989
12. PN-Z-04224-02:1992. Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości alkoholu propylowego. Oznaczanie alkoholu izopropylowego na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1992
13. PN-Z-04333:2006. Ochrona czystości powietrza. Oznaczanie terpentyny na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2006
14. PN-Z-04431:2011. Ochrona czystości powietrza. Oznaczanie 1,4-dioksanu na stanowiskach pracy metodą chromatografii gazowej. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2011