

Anna Jeżewska

Małgorzata Szewczyńska

ZAGROŻENIA CHEMICZNE W ŚRODOWISKU PRACY KONSERWATORA MALARSTWA

CHEMICAL HAZARDS IN THE WORKPLACE ENVIRONMENT OF PAINTING RESTORER

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 identyfikacyjnych substancji chemicznych występujących w powietrzu stanowisk pracy konserwatorów malarstwa oraz obserwacje dokonane podczas przeprowadzania pomiarów. **Materiały i metody:** Badania identyfikacyjne przeprowadzono w uniwersyteckich i muzealnych pracowniach konserwacji malarstwa. Próbkę powietrza do badań pobierano na różnych etapach prac konserwatorskich. Analizę jakościową substancji chemicznych w pobranych próbkach powietrza prowadzono metodą chromatografii gazowej z detekcją spektrometrii mas (gas chromatography-mass spectrometry detector – GC-MSD) oraz metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją diodową (high-performance liquid chromatography-diode array detector – HPLC-DAD). **Wyniki:** W badanych próbkach powietrza pobieranych podczas czyszczenia malowideł zidentyfikowano głównie węglowodory alifatyczne i aromatyczne, aceton, etanol i terpeny. Podczas dublowania tkaniny do powietrza środowiska pracy emitowany był głównie toluen, a podczas werniksowania obrazu – substancje pochodzące z terpentyny i benzyny do lakierów oraz propan-2-ol, propan i butan. **Wnioski:** Podczas wykonywania prac konserwatorskich w strefie oddychania pracownika zidentyfikowano liczne substancje chemiczne, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia pracowników. Med. Pr. 2012;63(5):547–558

Słowa kluczowe: konserwator malarstwa, zagrożenia chemiczne, środowisko pracy

ABSTRACT

Background: This paper presents the results of the identification of chemical substances present in the air in the workplace of painting restorer. **Material and Methods:** Identification tests were carried out in university and museum easel paintings conservation studios. Air samples were taken for testing at various stages of restoration works. In the qualitative analysis chemical substances in the air samples were measured by GC-MSD and HPLC-DAD methods. **Results:** In the air samples collected during the cleaning of paintings, such substances as aliphatic and aromatic hydrocarbons, acetone, ethanol and terpenes were mainly identified. While the painting was doubled toluene and while varnished, propan-2-ol, propane, butane and substances derived from turpentine and white spirit were mainly emitted. **Conclusions:** During the course of painting conservation numerous chemical substances that may pose a threat to the worker's health were identified in their breathing zone. Med Pr 2012;63(5):547–558

Key words: painting restorer, chemical hazard, workplace environment

Adres autorek: Centralny Instytut Ochrony Pracy – PIB, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych,
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, e-mail: anjez@ciop.pl, mapol@ciop.pl
Nadesłano: 11 lipca 2012, zatwierdzono: 1 sierpnia 2012

WSTĘP

Od lat 90. ubiegłego wieku wśród specjalistów medycyny pracy sukcesywnie wzrasta zainteresowanie tematem dotyczącym zdrowia osób zajmujących się sztuką – malarzy, rzeźbiarzy, ceramików, metaloplastyków, konserwatorów itp. W tej grupie osób często

pojawiają się alergie, choroby oczu, wątroby, nerek i układu nerwowego (1–7). Niewiele jest prac dotyczących narażenia pracowników na substancje chemiczne podczas wykonywania prac konserwatorskich (8,9). Gherardi i wsp. (8) badali narażenie pracowników na rozpuszczalniki organiczne podczas prac związanych z czyszczeniem metalowych przedmiotów pochodzą-

cych z wykopalisk archeologicznych. Ligor i wsp. (9) badali powietrze uczelnianej pracowni konserwacji sztuki w latach 1997–2001. Z tych badań wynika, że pracownicy najczęściej są narażeni na lotne rozpuszczalniki organiczne, takie jak aceton, toluen i benzyna ekstrakcyjna.

W pracowniach konserwacji malarstwa pracuje zazwyczaj od 4 do 7 osób, które w jednym pomieszczeniu wykonują w tym samym czasie różne zabiegi związane z odnawianiem obrazu. Do czynności konserwatora malarstwa należy m.in. przeprowadzanie renowacji i zabezpieczenie podobrazia, czyszczenie obrazu, uzupełnianie ubytków, retusz i zabezpieczenie obrazu przed wpływem środowiska. Obraz składa się z kilku warstw (ryc. 1), takich jak warstwa ochronna (werniks), malarska, zaprawa i podłoże. Podłożem jest tkanina naciągnięta na krośnie (w przypadku malowidła na płótnie) lub deska w przypadku malowidła na drewnie (10,12). Podłożem może być również tektura, blacha czy różnego rodzaju płyty drewnopochodne.

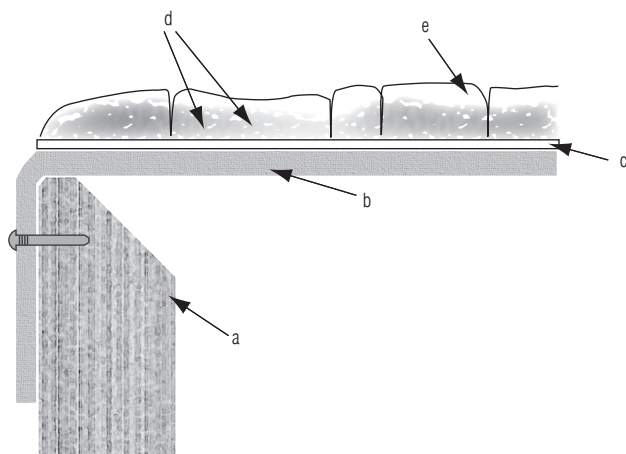
Kolejność zabiegów konserwatorskich przy obrazie zależy od stanu zachowania obrazu i techniki jego wykonania. Od tych samych czynników zależy, jakie materiały i substancje chemiczne są stosowane do jego konserwacji. W przypadku obrazu na płótnie prace konserwatorskie zazwyczaj rozpoczyna się od krosna i tkaniny podobrazia, a dopiero potem interwencja konserwatorska obejmuje warstwy ochronne, malarskie i zaprawę. Krosno po demontażu jest czyszczone i przeprowadza się jego dezynsekcję. Tym samym zabiegom poddawane jest podłoże drewniane (w przypadku obrazu na desce). W celu wzmocnienia struktury drewna czy płótna

wykonywana jest impregnacja z wykorzystaniem żywic naturalnych (np. wosk, damara – żywica drzew z rodziny *Dipterocarpaceae*) lub sztucznych, najczęściej akrylowych, rozpuszczonych w rozpuszczalnikach organicznych (np. w toluenie, benzynie do lakierów).

W przypadku malowidła na płótnie tkaninę podobrazia wzmocnia się poprzez uzupełnianie ubytków płótna (wklejanie łat, wzmocnień, protez) i dublowanie, czyli podklejanie oryginalnej tkaniny nową. Stosuje się je wtedy, gdy tkanina jest na tyle zniszczona, że przestała pełnić funkcję nośną obrazu. Dublowanie może być wykonane z wykorzystaniem termoplastyczności wosku lub żywicy syntetycznej, np. akrylowej. Dublowanie za pomocą żywicy w postaci płynnej polega na nałożeniu na tkaninę dublującą żywicy, a potem warstwy rozpuszczalnika, najczęściej toluenu, w celu nadania żywicy właściwości klejących. Po odparowaniu rozpuszczalnika obie tkaniny są sklejone. Dublowanie za pomocą żywicy w postaci filmu, np. środkiem Beva film, polega na nałożeniu termoplastycznej żywicy syntetycznej w postaci filmu i sklejenie jej na gorąco bez udziału rozpuszczalnika.

Następnym zabiegiem jest czyszczenie lica malowidła. Jest to czynność najczęściej wykonywana. Lico obrazu jest czyszczone z zabrudzeń, takich jak kurz i tłuszcz, usuwany jest stary werniks, retusze i przemaalowania. Do tego celu używane są rozpuszczalniki, takie jak etanol, aceton, dichlorometan, wodny roztwór amoniaku, terpentyna, benzyna do lakierów, N,N-dimetyloformamid, 1,4-dioksan, ksylen, a także glikole, estry i inne. Mieszankę rozpuszczalników dobiera się indywidualnie do każdego malowidła w zależności od stopnia zabrudzenia. Po czyszczeniu i uzupełnieniu ewentualnych ubytków zaprawę kitem nakłada się warstwę werniksu. Werniks to płynna, przezroczysta substancja, otrzymywana głównie z żywic rozpuszczonych w odpowiednich rozpuszczalnikach (terpentyna, toluen, etanol), która schnąc, tworzy twardniejącą powłokę na powierzchni obrazu. Werniksy w technikach malarskich stosuje się jako werniks pośredni lub izolacyjny, oddzielający od siebie warstwy obrazu, werniks retuszujący korygujący chłonność fragmentów obrazu czy werniks końcowy – nakładany na gotowy obraz w celu zabezpieczenia powierzchni lub zmiany jej wyglądu.

Werniksy z żywic naturalnych mają różne nazwy w zależności od tego, z jakiego drzewa pochodzą (damara, mastyks, kalafonia). Stosowane są też werniksy syntetyczne na bazie żywic akrylowych i z żywic na bazie cykloheksanonu lub metylocykloheksanonu. Obecnie werniksy sprzedawane są w formie płynnej lub



Ryc. 1. Warstwy namalowanego obrazu: a) krosno, b) tkanina, c) zaprawa, d) warstwy malarskie, e) werniks

Fig. 1. Cross section of a painting and the paint layers:

a) stretcher, b) canvas, c) ground, d) paint layers, e) varnish

w postaci aerozolu. Pokrywanie obrazu werniksem wykonuje się różnymi technikami: pędzlem, poprzez rozpryskiwanie za pomocą pistoletu pneumatycznego czy ze sprężonym powietrzem, lub przy użyciu pojemników z handlowymi aerozolami typu spray. Werniksy w postaci gotowych aerozoli zawierają dodatkowo w swoim składzie mieszaninę: propan-butan. W celu przywrócenia oryginalnych cech warstwy malarskiej wykonuje się regenerację lub retusz. Na tym etapie pracy konserwator stosuje pigmenty, farby i wypełniacze. Najczęściej są to substancje nieorganiczne (13), np. biel tytanowa (tlenek tytanu), żółta ochra (glinokrzemian zawierający uwodnione tlenki żelaza), róż kadmowy (selenosiarczek kadmu), sjena (mieszanina tlenku żelaza(III) z glinkami krzemianowymi i niewielką ilością tlenku manganu(II)) czy czerń mineralna (węgiel).

Konserwatorzy czasami przygotowują farby samodzielnie, mieszając pigmenty z werniksem (tu stosowanym jako spoiwo) i wypełniaczem, np. z bielą hiszpańską (naturalny węgiel wapnia). Głównie jednak korzystają z komercyjnych farb produkowanych specjalnie dla konserwatorów (14,15), które mieszają z rozpuszczalnikami. Malowidło po retuszu, końcowym werniksowaniu i wysuszeniu jest gotowe do ekspozycji. Na wszystkich wymienionych etapach pracy konieczne jest stosowanie substancji chemicznych, ponieważ tylko dzięki ich właściwościom fizykochemicznym można odnowić obraz i uzyskać zamierzony efekt. Narażenie na substancje chemiczne zależy od bardzo wielu czynników, m.in. od tego, jakie substancje są stosowane i jakie powodują zagrożenia, ile substancji używa się w tym samym czasie w jednym pomieszczeniu, ile osób pracuje w tym samym pomieszczeniu i jakie wykonują czynności przy obrazie, ile obrazów jednocześnie i o jakich gabarytach poddawanych jest konserwacji w tym samym pomieszczeniu, czy i jakie ochrony osobiste i/lub zbiorowe są stosowane, jakie są drogi wchłaniania substancji do organizmu itp.

Duże zróżnicowanie prac wykonywanych w tych samych pomieszczeniach, brak dokładnych danych ze strony zlecających oraz brak znajomości poszczególnych etapów pracy nad obrazem i stosowanych wówczas substancji powoduje, że laboratoria wykonujące badania i pomiary nie mają odpowiedniej wiedzy na temat, jakie substancje powinny być oznaczane w powietrzu na stanowiskach pracy konserwatora malarstwa. Celem artykułu jest przedstawienie specyfiki pracy konserwatora malarstwa oraz zagrożeń chemicznych powodowanych przez substancje i mieszaniny stosowane w pracowniach konserwacji malarstwa.

MATERIAŁY I METODY

Do badań identyfikacyjnych zastosowano: chromatograf gazowy firmy Agilent Technologies 7890A ze spektrometrem mas 5975C, oprogramowaniem ChemStation oraz biblioteką widm masowych Wiley 275 oraz chromatograf cieczowy Elite LaChrom (prod. Merck-Hitachi, Japonia) z detektorem diodowym (DAD), automatycznym podajnikiem próbek L-2200 i oprogramowaniem EZChrom Elite. Do rozdzielania sygnałów analitycznych zastosowano kolumnę kapilarną DB-5MS o wymiarach 30 m × 0,25 mm i grubości filmu 0,25 μm (prod. Agilent JW Scientific, Niemcy) oraz kolumnę Ultra C18 o wymiarach 250×4,6 mm, o dp = 5 μm, z przedkolumną o wymiarach 10×4 mm (prod. Restek, USA).

Do pobierania próbek powietrza ze strumieniem objętości od 20 ml/min (1,2 l/godz.) do 225 ml/min (13,5 l/godz.) wykorzystano aspiratory Pocket pump (prod. SKC Inc., USA) oraz rotometr ROS-06 (prod. Zakłady Automatyki „Rotametr” Sp. z o.o., Polska) do ich kalibrowania.

W badaniach wykorzystano następujące odczynniki: disiarczek węgla, toluen (prod. Sigma-Aldrich, Niemcy), acetonitryl i metanol (prod. J.T. Baker, Holandia), aceton (prod. Polskie Odczynniki Chemiczne – POCH, Polska), woda wysokiej czystości uzyskana z aparatu Milli-Q (prod. Millipore, USA). Podczas badań stosowano odczynniki o czystości do wysokosprawnej chromatografii cieczowej (high performance liquid chromatography – HPLC).

Do pobierania próbek powietrza użyto: rurek szklanych o wymiarach 6×70 mm, wypełnionych węglem aktywnym (100/50 mg) (prod. Zakład Usługowo-Produkcyjny ZUP „Analityk”, Polska), rurek szklanych o wymiarach 8×110 mm, wypełnionych węglem modyfikowanym Anasorb CMS (400/200 mg) (prod. SKC Inc., USA) oraz rurek szklanych o wymiarach 6×110 mm, wypełnionych żelem krzemionkowym (300/150 mg) z naniesioną 2,4-dinitrofenylohydrazyną (prod. SKC Inc., USA).

Warunki pobierania próbek i analizy

Identyfikację substancji chemicznych prowadzono w dwóch uczelnianych pracowniach konserwacji malarstwa sztalugowego podczas czyszczenia obrazu i wykonywania retuszu, w korytarzu przed pracowniami, a także w muzealnych pracowniach konserwacji malarstwa podczas czyszczenia obrazu, dublowania i werniksowania. Pobieranie próbek powietrza prowadzono w stałych punktach pomiarowych, wyznaczonych w po-

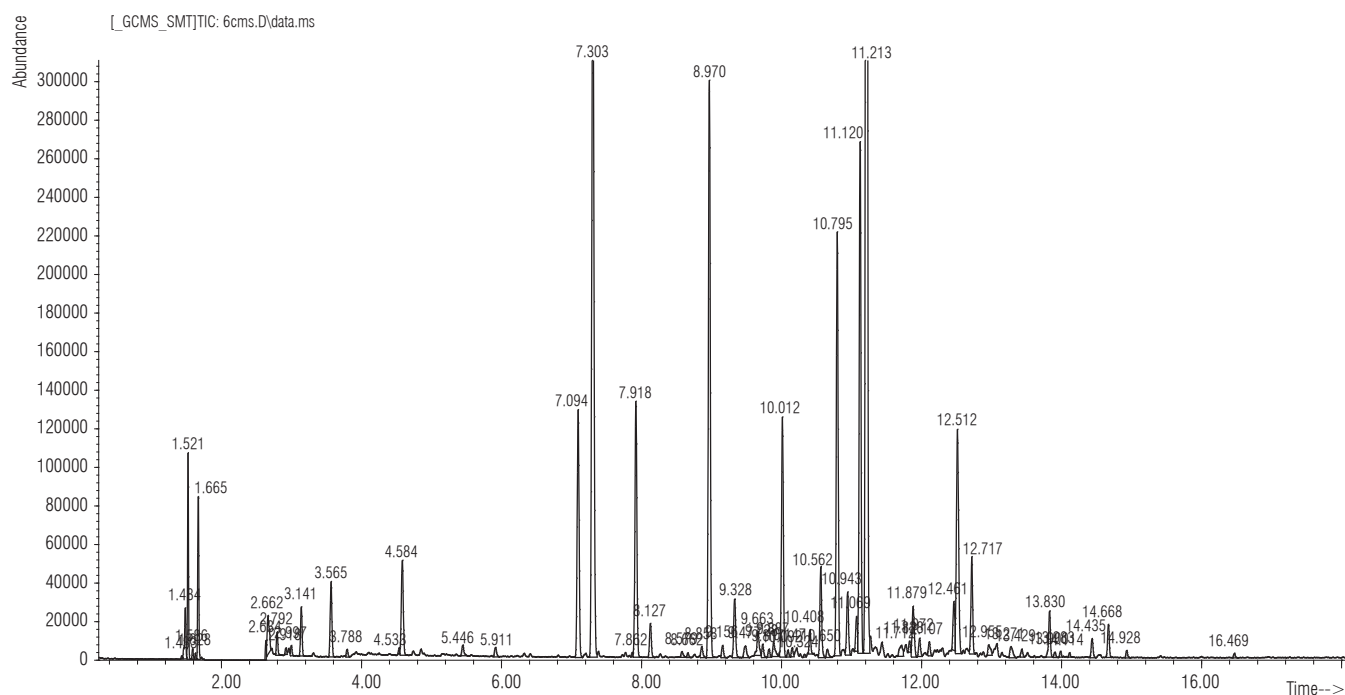
bliżu osoby wykonującej prace konserwatorskie, natomiast dublowanie i werniksowanie (wykonywane przez jedną osobę) – metodą dozymetrii indywidualnej.

W celu wyizolowania analitów badane powietrze przepuszczano przez rurki szklane wypełnione węglem aktywnym, węglem modyfikowanym (Anasorb CMS) i żelazem krzemionkowym z naniesioną 2,4-dinitrofenylohydrazyną (2,4-Dinitrophenylhydrazine – DNFH). Próbkę pobraną na węgiel desorbowano disiarczkiem węgla. Po desorpcji przeprowadzono analizę roztworów znad węgla. Analizę chromatograficzną (gas chromatography-mass spectrometry detector – GC-MSD) prowadzono w następujących warunkach: temperatura kolumny DB-5MS programowana – temperatura początkowa 40°C przez 4 min, przyrost temperatury – 8°C/min, temperatura pośrednia – 150°C przez 2 min, przyrost temperatury – 15°C/min, temperatura końcowa – 280°C przez 10 min; temperatura dozownika – 250°C, strumień objętości helu – 1 ml/min; dzielnik próbki – 50:1, tryb przemiatań z rejestracją pełnego widma masowego – 33–433 amu.

Próbki powietrza pobrane na żel krzemionkowy pokryty 2,4-dinitrofenylohydrazyną po desorpcji acetonitrylem były analizowane z zastosowaniem techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją diodową (high-performance liquid chromatography-diode array detector – HPLC-DAD) w następujących warunkach: kolumna Ultra C18, faza ruchoma – acetonitryl:woda (70:30, v/v), natężenie przepływu strumienia próbki – 1 ml/min, temperatura kolumny – 25°C, długość fali analitycznej detektora DAD – 360 nm, objętość próbki – 50 µl.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Badania identyfikacyjne próbek powietrza pobranych podczas konserwacji obrazów wykazały obecność wieloskładnikowej mieszaniny substancji chemicznych (ryc. 2 i 3). W próbkach powietrza pobranych na węgiel aktywny i węgiel modyfikowany (Anasorb CMS) podczas czyszczenia obrazów i uzupełniania warstwy malarskiej zidentyfikowano składniki stosowanej w trakcie badań

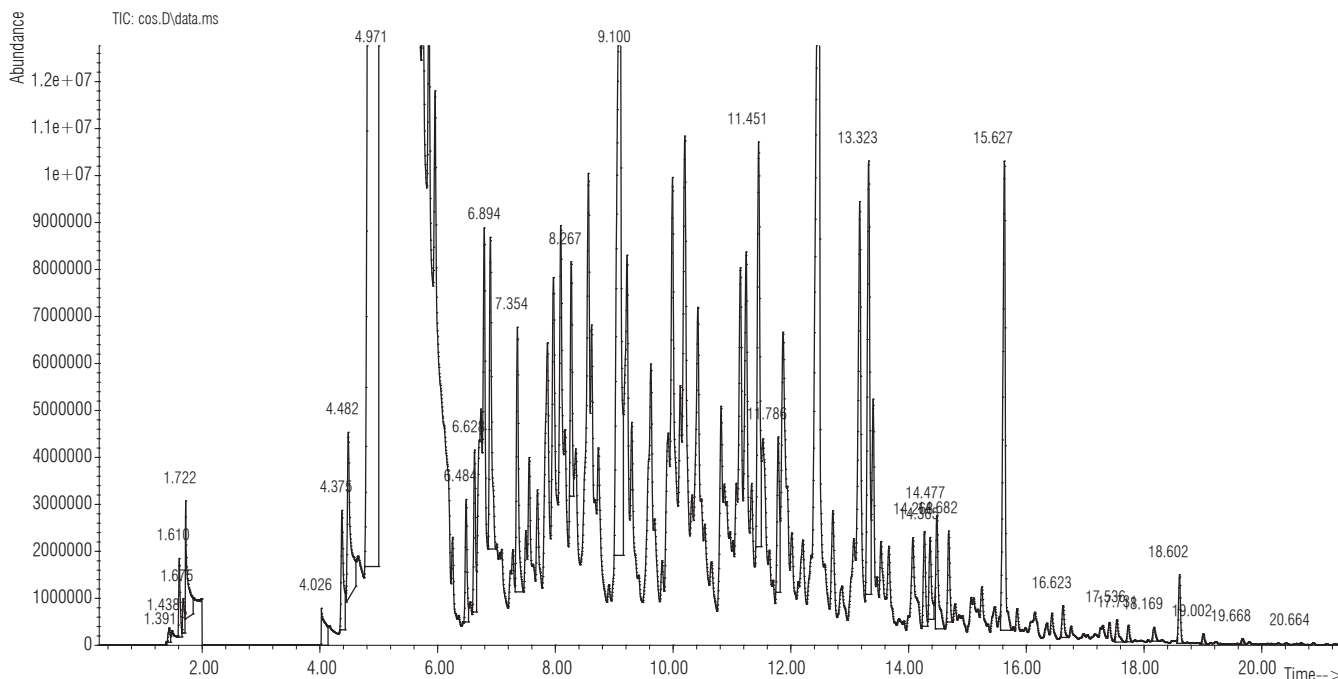


Warunki oznaczania / GC conditions: GC-MSD, kolumna DB-5MS / DB-5MS column; temperatura kolumny programowana: / programmed temperature of the column: temperatura początkowa 40°C przez 4 min, przyrost temperatury 15°C/min, temperatura końcowa 280°C przez 10 min / initial temperature 40°C, for 4 min, programmed at 15°C/min to 280°C for 10 min.

Zidentyfikowane substancje / Identified substances: 1.551 – butan / butane, 1.586 – etanol / ethanol, 1.665 – aceton / acetone, 3.137 – heptan / heptane, 3.565 – metylocykloheksan / methylcyclohexane, 4.584 – toluen / toluene, 7.094 – etylobenzen / ethylbenzene, 7.303 i 7.918 – ksylen / xylene, 8.127 – nonan / nonane, 8.970 – α -pinen / α -pinene, 9.328 – kamfen / camphene, 10.012 – β -pinen / β -pinene, 10.795 – 3-karen / 3-carene, 10.943 – α -terpinen / α -terpinene, 11.120 – *para*-cymen / *para*-cymene, 11.213 – α -limonen / α -limonene, 12.512 – α -terpinol / α -terpinole, 12.717 – undekan / undecane, 14.668 – dodekan / dodecane.

Ryc. 2. Chromatogram substancji zidentyfikowanych w próbce powietrza pobranej podczas czyszczenia obrazów na płótnie (Anasorb CMS) w pracowni konserwacji malarstwa sztalugowego

Fig. 2. Chromatogram of identified substances during cleaning of canvas paintings (Anasorb CMS) – Canvas Paintings' Conservation Studio



Warunki oznaczania / GC conditions: GC-MSD, kolumna DB-5MS / DB-5MS column, temperatura kolumny programowana: / programmed temperature of the column: temperatura początkowa 40°C przez 4 min, przyrost temperatury 15°C/min, temperatura końcowa 280°C przez 10 min / initial temperature 40°C for 4 min, programmed at 15°C/min to 280°C for 10 min.
 Zidentyfikowane substancje / Identified substances: 1,722 – aceton / acetone, 4,971 – toluen / toluene, 6,894 i 7,354 – trimetylocykloheksan / trimethylcyclohexane, 7,964 – ksylen / xylene, 9,100 – nonan / nonane, 9,989 – propylocykloheksan / propylcyclohexane, 11,451 – 3-metylononan / 3-methylnonane, 12,480 – dekan / decane, 13,169 – *ortho*- / *para*-cymen / *ortho*- / *para*-cymene, 13,323 – α -limonen / α -limonene, 15,627 – undekan / undecane.

Ryc. 3. Chromatogram substancji zidentyfikowanych w próbce powietrza pobranej podczas dublowania i werniksowania obrazu w placówce muzealnej (węgiel aktywny)

Fig. 3. Chromatogram of substances identified during doubling and varnishing of paintings in the Museums' Conservation Studio (charcoal)

benzyny do lakierów (m.in. heptan, metylocykloheksan, toluen, etylobenzen, izomery ksylenu, nonan, undekan, dodekan), terpentyny (m.in. α - i β -pinen, 3-karen, *para*-cymen, α -limonen, α -terpinol), aceton i etanol (ryc. 2). We wszystkich badanych próbkach pobieranych w pracowniach konserwatorskich oraz w łączącym je korytarzu zidentyfikowano poza składnikami terpentyny również aceton, etylobenzen i izomery ksylenu.

W próbkach powietrza pobranych na węgiel aktywny w placówce muzealnej podczas czynności związanych z czyszczeniem obrazów zidentyfikowano aceton, składniki benzyny do lakierów i składniki terpentyny – podobnie jak w uczelnianej pracowni konserwatorskiej.

W trakcie dublowania i werniksowania wykonywanego metodą natryskową zidentyfikowano aceton, duże ilości toluenu, składniki benzyny i terpentyny (ryc. 3). Próbki pobrane na żel krzemionkowy pokryty 2,4-dinitrofenylohydrazyną zawierały jedynie znaczne ilości acetonu.

Badania były prowadzone dzięki współpracy z pracownikami konserwatorskimi. Na tym etapie pracy nie można było prowadzić systematycznych badań, możliwe było jedynie przeprowadzenie rozmów z pracowni-

kami i przy ich udziale uzupełnienie listy stosowanych substancji i mieszanin chemicznych. W oparciu o tak uzyskane dane powstał wykaz substancji i mieszanin chemicznych używanych podczas konserwacji obrazów, który wraz z klasyfikacją zagrożeń (według rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r., zwanego rozporządzeniem GHS) (22) przedstawiono w tabeli 1.

Każdy etap pracy przy obrazie niesie ze sobą zagrożenia zdrowotne spowodowane stosowaniem trochę innych substancji chemicznych. Z obserwacji przeprowadzonych podczas pomiarów i z danych uzyskanych od pracowników wynika, że dublowanie akrylowe, impregnacja i werniksowanie to zabiegi bardzo uciążliwe. Do dublowania podczas badań używano żywicy akrylowej rozpuszczonej w toluenie. Żywica w postaci płynnej była nakładana na płótno. Bezpośrednio po tym zabiegu ta sama osoba werniksowała inny obraz, dlatego w próbce powietrza zidentyfikowano duże ilości toluenu.

Zabieg werniksowania bywa bardziej niebezpieczny, kiedy jest wykonywany metodą natryskową. Wówczas do powietrza emitowane są substancje pochodzące

Tabela 1. Substancje i mieszaniny chemiczne używane podczas konserwacji obrazów wraz z klasyfikacją zagrożeń (22,25)
Table 1. Chemical substances and mixtures used during paintings conservation along with the risk classification (22,25)

Czynność Activity	Stosowane substancje Substances being used	Nazwa handlowa lub nr CAS Trade name or CAS no.	Klasyfikacja zagrożeń wg WE 1272/2008 (CLP) Classification according to Regulation (EC) no. 1272/2008 [EU-GHS/CLP]
Dezynfekcja i dezynsekcja / Desinfection and disinsectization	1,4-dichlorobenzen / 1,4-dichlorobenzene	Antimol	Carc. 2, H351; Eye Irrit. 2, H319; Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 1, H410
	2-izopropyl-5-metylofenol / 2-isopropyl-5-methylphenole	Tymol / Thymole	Acute Tox. 4, H302; Skin Corr. 1B, H314; Aquatic Chronic 2, H411
	Propikonazol / Propiconazole	Cuprinol Preventol MP260	Acute Tox. 4, H302; Skin Sens. 1, H317; Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 1, H410
	2,6-di-tert-butyl-4-metylofenol / Butylated hydroxytoluene	Cuprinol Preventol MP260	Acute Tox. 4, H302; Skin Irrit. 2, H315; Eye Irrit. 2, H319; Aquatic Chronic 2, H411
	Butylokarbaminian 3-jodo-2-propynylu / 3-Iodo-2-propynyl N-butylcarbamate	Cuprinol Preventol MP260	Aquatic Acute 1, H400
	Związki trybutylocynty / Tributyltin compounds	Antox Z	Acute Tox. 3, H301; STOT RE 1, H372; Acute Tox. 4, H312, Eye Irrit. 2, H319; Skin Irrit. 2, 315; Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 1, H410
	Endosulfan / Endosulfan	Antox Z	Acute Tox. 2, H330; Acute Tox. 2, H300; Acute Tox. 4, H312; Aquatic Chronic 1, H410
	Permetryna / Permethrin	Xirein; Permethrin 25/75; Molotox	Acute Tox. 4, H302; Acute Tox. 4, H332; Skin Sens.1; H317; Aquatic Acute1; H410; Aquatic Chronic 1, H410
	Transflutryna / Transfluthrin	Molotox	Skin Irrit. 2, H315; Aquatic Acute1; H410; Aquatic Chronic 1, H410
	2-fenyl-2-ol-2-olan sodu (bifenyl-2-olan sodu) / Sodium 2-biphenylate	Preventol ON, Dowicide A, Zeta 5 Unit	Acute Tox. 4, H302; Skin Irrit. 2, H315; Eye Dam. 1, H318; Aquatic Acute 1, H400; STOT SE 3, H335
	4-chloro-3-metylofenol / 4-chloro-3-methylphenol	Parachlorometakrezol / p-Chloro-m-cresol	Acute Tox. 4, H302; Acute Tox. 4, H312; Eye Dam. 1, H318; Skin Sens. 1, H317; Aquatic Acute 1, H400
	Dichlofluanid / Dichlofluanid	Lichenicida 264	Skin Sens. 1, H317; Eye Irrit. 2, H319; Acute Tox. 4, H332; Aquatic Acute 1, H400
	Pentachlorofenol / Pentachlorophenol	87-86-5	Carc. 2, H351; Acute Tox. 2, H330; Acute Tox. 3, H301; Acute Tox. 3, H311; Eye Irrit. 2, H319; STOT SE 3, H335; Skin Irrit. 2, H315; Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 1, H410

Impregnacja / Impregnation	Kopolimer metakrylanu etylu i akrylanu metylu w toluenie lub octanie etylu, ksylenie, benzynie, heksanie / Ethyl methacrylate copolymer in toluene, or ethyl acetate, xylene, naphtha, n-hexane	Paraloid B-72; B-67 Plexisol P550-40	Flam. Liq. 2, H225; Skin Irrit. 2, H315; Repr. 2, H361d; STOT SE 3, H336; STOT RE 2, H373; Asp. Tox. 1, H304
Dublowanie / Doubling	Kopolimer metakrylanu butylu i akrylanu butylu rozpuszczalny w acetonie, alkoholu, toluenie i ksylenie / Thermoplastic copolymer butyl-methacrylate-dispersion, thickened with acrylic ester acid soluble in acetone, alcohol, toluene and xylene	Lascaux® Acrykgleber498HV	Skin Irrit. 2, H315; Repr. 2, H361d; STOT SE 3, H336; STOT RE 2, H373; Asp. Tox. 1, H304
Podklejanie warstwy malarskiej / Fusing layers of painting	Kopolimer etylenu i octanu winylu w toluenie i benzynie / Ethylene Vinyl Acetate Copolymer in toluene and naphtha petroleum Emulsja żywicy akrylowej zawierająca poli(akrylan etylu) i poli(metakrylan metylu) / Emulsion of an acrylic polymer: poly(ethyl acrylate) and poly(methyl methacrylate) Kopolimer octanu winylu i maleinianu dibutyli – dyspersja wodna / Aqueous dispersion of a copolymer based on vinyl acetate and maleic acid di-n-butyl ester	BEVA® 371 Primal AC-33 Mowilith DMC2	Carc. 1A, H350; Asp. Tox. 1, H304; Flam. Liq. 2, H225; Skin Irrit. 2, H315; Repr. 2, H361d; STOT SE 3, H336; STOT RE 2, H373 Acute Tox. 4, H332; Acute Tox. 4, H312; Acute Tox. 4, H302; Skin Irrit. 2, H315; Eye Irrit. 2, H319; Skin Sens. 1, H317; STOT SE 3, H335 Skin Sens. 1, H317; Aquatic Chronic 2, H411
Czyszczenie / Cleaning	Aceton / Acetone Amoniak (roztwór wodny) / Ammonium hydroxide Etanol / Ethanol Benzyna do lakierów / Naphtha (petroleum benzine) Benzyna ekstrakcyjna (eter naftowy) / Petroleum ether Ksylen / Xylene Toluen / Toluene	67-64-1 1336-21-6 64-17-5 White spirit; Alifatnafta, 8030-30-6 Ligroina, 8032-32-4 1330-20-7 108-88-3	Flam. Liq. 2, H225; Eye Irrit. 2, H319; STOT SE 3, H336 Skin Corr. 1A, H314; Eye Dam. 1, H318; STOT SE 3, H335 Flam. Liq. 2, H225 Flam. Liq. 3, H226; Skin Irrit. 2, H315; Aquatic Acute 1, H400; Asp. Tox. 1, H304; STOT SE 3, H336 Flam. Liq. 1, H224; Acute Tox. 4, H332; Carc. 1B, H350; Asp. Tox. 1, H304 Flam. Liq. 3, H226; Acute Tox. 4, H312; Acute Tox. 4, H332; Skin Irrit. 2, H315 Flam. Liq. 2, H225; Skin Irrit. 2, H315; Repr. 2, H361d; STOT SE 3, H336; STOT RE 2, H373; Asp. Tox. 1, H304

Tabela 1. Substancje i mieszaniny chemiczne używane podczas konserwacji obrazów wraz z klasyfikacją zagrożeń (22,25) – cd.
Table 1. Chemical substances and mixtures used during paintings conservation along with the risk classification (22,25) – cont.

Czynność Activity	Stosowane substancje Substances being used	Nazwa handlowa lub nr CAS Trade name or CAS no.	Klasyfikacja zagrożeń wg WE 1272/2008 (CLP) Classification according to Regulation (EC) no. 1272/2008 [EU-GHS/CLP]
	Terpentyna / Turpentine	olejek terpentynowy / / Oil of turpentine	Flam. Liq. 3, H226; Acute Tox. 4, H302; Acute Tox. 4, H312; Acute Tox. 4, H332; Skin Irrit. 2, H315; Eye Irrit. 2, H319; Skin Sens. 1, H317; Asp. Tox. 1, H304; Aquatic Chronic 2, H411
	Propan-1-ol / Propan-1-ol	73-21-8	Flam. Liq. 2, H225; Eye Dam. 1, H318; STOT SE 3, H336
	1,4-dioksan / 1,4-dioxane	123-91-1	Flam. Liq. 2, H225; Eye Irrit. 2, H319; Carc. 2, H351; STOT SE 3, H335
	N,N-dimetyloformamid (DMF) / / N,N-Dimethylformamide	68-12-2	Flam. Liq. 3, H226; Repr. 1B, H360d; Acute Tox. 4, H312; Acute Tox. 4, H332; Eye Irrit. 2, H319
	Cykloheksanon / Cyclohexanone	108-94-1	Flam. Liq. 3, H226; Acute Tox. 4, H332
	Mleczan etylu / Ethyl L-lactate	Etil Lactato, 687-47-8	Flam. Liq. 3, H226; STOT SE 3, H335; Eye Dam. 1, H318
	Emulsja na bazie środków powierzchniowo czynnych, zawiera wodorotlenek potasu < 3% / / A complex emulsion of the highest quality anionic and non-ionic surface active agents in an aqueous base, contains < 3% Potassium Hydroxide (KOH)	CONTRAD 2000 (KOH, CAS: 1310-58-3)	Acute Tox. 4, H302; Skin Corr. 1A, H314; Eye Dam. 1, H318
	1-metoksypropan-2-ol / 1-metoksypropan-2-ol	Dowanol PM	Flam. Liq. 3, H226; STOT SE 3, H336
	Aceton (30%) / Acetone 30%	Rozpuszczalnik nitro	jw. / as before
	Toluen (70%) / Toluene 70%	Rozpuszczalnik nitro	jw. / as before
	Trichloroeten / Trichloroethylene	Tri	Carc. 1B, H350; Muta. 2, H341; Skin Irrit. 2, H315; Eye Irrit. 2, H319; STOT SE 3, H336; Aquatic Chronic 3, H412
Usuwanie dawnych konserwacji / Removing of old conservation material	Benzyna ekstrakcyjna (eter naftowy) / Petroleum ether	8032-32-4	jw. / as before
	Dichlorometan / Dichloromethane	Scansol	Carc. 2, H351
	Glikol etylenowy / Ethylene glycol	Scansol	Acute Tox. 4, H302; STOT RE 2, H373
Werniksowanie / Varnishing	Octan winylu / Vinyl acetate	108-05-4	Flam. Liq. 2, H225
	Akrylan metylu i etylu / Methyl and ethyl acrylate	96-33-3, 140-88-5	Flam. Liq. 2, H225; Acute Tox. 4, H332; Acute Tox. 4, H312; Acute Tox. 4, H302; Skin Irrit. 2, H315; Eye Irrit. 2, H319; Skin Sens. 1, H317; STOT SE 3, H335

Propan-2-ol / Propan-2-ol	67-63-0	Flam. Liq. 2, H225; Eye Irrit. 2, H319; STOT SE 3, H336
Metakrylan izobutyłu / Isobutyl methacrylate	97-86-9	Flam. Liq. 3, H226; Skin Irrit. 2, H315; Eye Irrit. 2, H319; Skin Sens. 1, H317; STOT SE 3, H335; Aquatic Acute 1, H400
Cykloheksan / Cyclohexane	110-82-7	Flam. Liq. 2, H225; Skin Irrit. 2, H315; STOT SE 3, H336; Asp. Tox. 1, H304; Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 1, H410
Cykloheksanon / Cyclohexanone	108-93-0	Acute Tox. 4, H302; Acute Tox. 4, H332; Skin Irrit. 2, H315; STOT SE 3, H335
Etanol / Ethanol	64-17-5	jw. / as before
Benzyna do lakierów	8030-30-6	jw. / as before
Terpentyna / Turpentine	8006-64-2	jw. / as before
Propan / Propane	74-98-6	Flam. Gas 1, H220
Butan / Butane	106-97-8	Flam. Gas 1, H220
Retusz / Retouching	Chromian ołowiu(II) / Lead(II) chromate	Carc. 1B, H350; Repr. 1A, H360Df; STOT RE 2, H373; Aquatic Acute 1, H410; Aquatic Chronic 1, H410
	1,2,4-trimetylobenzen / 1,2,4-trimethylbenzene	Flam. Liq. 3, H226; Acute Tox. 4, H332; Skin Irrit. 2, H315; Eye Irrit. 2, H319; STOT SE 3, H335; Aquatic Chronic 1, H411
	Octan pentylu-mieszanina izomerów / Amyl acetate, mixture of isomers	Flam. Liq. 3, H226; Skin Irrit. 2, H315; Eye Irrit. 2, H319; STOT SE 3, H335
	Benzyna ciężka / Petroleum	Muta. 1B, H340; Carc. 1B, H350; Asp. Tox. 1, H304
	Rozpuszczalniki jak przy werniksowaniu / Solvents, see: varnishing	jw. / as before

CAS – oznaczenie numeryczne przypisane substancji chemicznej przez amerykańską organizację Chemical Abstracts Service (CAS), pozwalające na identyfikację substancji / the unique numerical identifiers assigned by the Chemical Abstracts Service to every chemical described in the open scientific literature.

Oznaczenia (22) wskazujące rodzaj zagrożenia / Hazard statements (22): H220 – skrajnie łatwopalny gaz / extremely flammable gas; H225 – wysoce łatwopalna ciecz i pary / highly flammable liquid and vapor; H226 – łatwopalna ciecz i pary / flammable liquid and vapor; H300 – połknięcie grozi śmiercią / fatal if swallowed; H301 – połknięcie grozi śmiercią / fatal if swallowed; H302 – działa szkodliwie po połknięciu / harmful if swallowed; H304 – połknięcie i dostanie się przez drogi oddechowe może grozić śmiercią / may be fatal if swallowed and enters airways; H311 – działa toksycznie w kontakcie ze skórą / toxic in contact with skin; H312 – działa szkodliwie w kontakcie ze skórą / harmful in contact with skin; H314 – powoduje poważne oparzenia skóry oraz uszkodzenia oczu / causes severe skin burns and eye damage; H315 – działa drażniąco na skórę / causes skin irritation; H317 – może powodować reakcję alergiczną skóry / may cause an allergic skin reaction; H318 – powoduje poważne uszkodzenie oczu / causes serious eye damage; H319 – działa drażniąco na oczy / causes serious eye irritation; H330 – wdychanie grozi śmiercią / fatal if inhaled; H332 – działa szkodliwie w następstwie wdychania / harmful if inhaled; H335 – może powodować podrażnienie dróg oddechowych / may cause respiratory irritation; H336 – może wywoływać uczucie senności lub zawroty głowy / may cause drowsiness or dizziness; H341 – podejrzewa się, że powoduje wady genetyczne / suspected of causing genetic defects; H350 – może powodować raka / may cause cancer; H351 – podejrzewa się, że powoduje raka / suspected of causing cancer; H360D – może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki / may damage the unborn child; H360Df – może działać szkodliwie na płodność / may damage the unborn child, suspected of damaging fertility; H361d – podejrzewa się, że działa szkodliwie na dziecko w łonie matki / suspected of damaging fertility or the unborn child; H372 – podejrzewa się, że działa szkodliwie na organy through prolonged or repeated exposure; H373 – może powodować uszkodzenie narządów / causes damage to organs through prolonged or repeated exposure; H374 – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne / very toxic to aquatic life; H410 – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki / very toxic to aquatic life with long lasting effects; H411 – działa toksycznie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki / toxic to aquatic life with long lasting effects; H412 – działa szkodliwie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki / harmful to aquatic life with long lasting effects.

z rozpuszczalników, takich jak terpentyna, benzyna do lakierów czy propan-2-ol, w których rozpuszczone są żywice, a w przypadku stosowania werniksów w postaci aerozoli – także propan i butan. Składniki terpentyny zidentyfikowano w powietrzu wszystkich pomieszczeń, w których prowadzone były prace konserwatorskie, oraz w korytarzu przed tymi pracowniami. Terpeny dobrze adsorbują się na powierzchni ścian i mebli, a ich zapach jest wyczuwalny już przed wejściem do każdej pracowni konserwatorskiej. Większość z substancji wchodzących w skład terpentyny działa drażniąco na oczy i skórę, mogą one również powodować reakcję alergiczną oraz wywoływać podrażnienie dróg oddechowych (16). Podczas wykonywania prac związanych ze stosowaniem rozpuszczalników organicznych strefa oddychania pracownika znajduje się bardzo blisko obrazu, co powoduje bezpośrednie wdychanie par stosowanych substancji, a tym samym zwiększoną ekspozycję na nie.

Wywiady przeprowadzone wśród pracowników wskazują na brak wiedzy lub niedostateczną wiedzę o zagrożeniach wynikających z pracy w narażeniu na czynniki chemiczne oraz na temat toksyczności stosowanych substancji (16,17). W pracowniach nie ma kart

charakterystyk substancji niebezpiecznych. Większość stosowanych rozpuszczalników jest źle przechowywana, w niewłaściwych miejscach oraz w niewłaściwych, często nieoznakowanych i niezamkniętych naczyniach (słoiki typu twist). Nierzadko zdarza się, że pracownicy wykonują prace biurowe i spożywają posiłki w pracowni, podczas gdy ich współpracownicy zajmują się pracami konserwatorskimi z udziałem niebezpiecznych substancji chemicznych. Z tego powodu ważne jest wypracowanie rozwiązań organizacyjnych i technicznych, które w istotny sposób ograniczą narażenie konserwatorów malarstwa na szkodliwe substancje chemiczne.

Dla wielu substancji stosowanych przez konserwatorów ustalone są wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń w środowisku pracy, a więc konieczne jest ich oznaczenie i przeprowadzenie oceny narażenia oraz przeprowadzenie ilościowej oceny ryzyka zawodowego związanego ze stosowaniem substancji chemicznych (18,19).

Oprócz substancji, które mają ustalone wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (20), zestawionych w tabeli 2., w powietrzu pracowni konserwatorskiej mogą występować również takie, które nie mają usta-

Tabela 2. Wartości NDS i NDSCh substancji stosowanych w konserwacji malarstwa (20)

Table 2. Maximum admissible concentrations, NDS-MAC (TWA) and maximum admissible short-term concentrations, NDS-MAC (STEL) for substances used in painting conservation environment (20)

Substancja chemiczna Chemical substance	NDS NDS-MAC (TWA) [mg/m ³]	NDSCh NDS-MAC (STEL) [mg/m ³]
Aceton / Acetone	600	1 800
Akrylan etylu / Ethyl acrylate	20	40
Akrylan metylu / Methyl acrylate	14	28
Amoniak / Ammonia	14	28
Benzyna ekstrakcyjna / Petroleum ether	500	1 500
Benzyna do lakierów / Petroleum benzin	300	900
Butan / Butane	1 900	3 000
Chlorobenzen / Chlorobenzene	23	70
Cykloheksan / Cyclohexane	300	1 000
Cykloheksanon / Cyclohexanone	40	80
Chromian ołowiu(II) / Lead(II) chromate	0,5	–
Dichlorometan / Dichloromethane	88	–
1,4-Dichlorobenzen / 1,4-dichlorobenzene	90	180
N,N-Dimetyloformamid / N,N-dimethylformamide	15	30
1,4-Dioksan / 1,4-dioxane	50	–
Etanol / Ethanol	1 900	–
Etylobenzen / Ethylbenzene	200	400

Tabela 2. Wartości NDS i NDSCCh substancji stosowanych w konserwacji malarstwa (20) – cd.**Table 2.** Maximum admissible concentrations, NDS-MAC (TWA) and maximum admissible short-term concentrations, NDS-MAC (STEL) for substances used in painting conservation environment (20) – cont.

Substancja chemiczna Chemical substance	NDS NDS-MAC (TWA) [mg/m ³]	NDSCCh NDS-MAC (STEL) [mg/m ³]
Glikol etylenowy / Ethylene glycol	15	50
Heksan / Hexane	72	–
Ksylene / Xylene	100	–
1-Metoksypropan-2-ol / 1-methoxypropan-2-ol	180	360
Octan etylu / Ethyl acetate	200	600
Octan pentylu / Amyl acetate	250	500
Octan winylu / Vinyl acetate	10	30
Pentachlorofenol / Pentachlorophenol	0,5	1,5
Propan-1-ol / Propanol	200	600
Propan-2-ol / Isopropanol	900	1 200
Terpentyna / Turpentine	112	300
Toluen / Toluene	100	200
Trimetylobenzen / Trimethylbenzene	100	170

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

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

lonych wartości normatywów higienicznych (np. tymol, propikonazol, 2,6-di-*tert*-butylo-4-metylofenol, butylokarbaminian 3-jodo-2-propynyli, endosulfan, perme tryna, transflutryna, 2-fenylofenolan sodu, 4-chloro-3-metylofenol, dichlofluanid), a mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia. Dla takich substancji proponuje się przeprowadzenie analizy właściwości szkodliwych dla zdrowia i klasyfikacji składników stosowanych mieszanin na podstawie danych zawartych w kartach charakterystyk, które powinny być dostarczone przez producenta razem z substancją lub mieszaniną. W przypadku występowania na stanowisku pracy kilku substancji chemicznych o podobnych właściwościach jednocześnie konieczna jest ocena łącznego narażenia na te czynniki. W tym przypadku do oceny ryzyka mogą być pomocne metody jakościowe opisane w publikacjach (19,21).

WNIOSKI

Praca konserwatora malarstwa niesie ze sobą zagrożenia związane z obecnością szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy. Pracownicy mają kontakt z około 30 substancjami, które mają ustalone wartości normatywów higienicznych, oraz z wieloma substancjami, które są szkodliwe dla zdrowia, ale nie mają ustalonych wartości najwyższych dopuszczalnych

stężeń. Przeprowadzenie oceny ryzyka zawodowego dla tej grupy zawodowej jest skomplikowane z uwagi na występowanie bardzo wielu zmiennych, tj. niejednorodny charakter pracy oraz trudności z ustaleniem harmonogramu prac, ponieważ narażenie na czynniki chemiczne występuje nawet wtedy, gdy nie są używane. Powodem jest przechowywanie substancji i mieszanin chemicznych w pomieszczeniu pracowni w niewentylowanych szafach oraz wykonywanie prac biurowych w pracowni (sporządzanie dokumentacji).

PIŚMIENNICTWO

1. McCann M.: Artist beware. Lyons & Burford, New York 1992
2. Lesser S.H., Weiss S.J.: Art hazards. Am. J. Emerg. Med. 1995;13(4):451–458
3. Josephs S.: The perils of painting. Art News 1999;98(11): 164–166
4. Blayney M.B., Lee J.K.: Safety and environmental protection in the arts. Chem. Health Saf. 2005;12:5–8
5. Muchnic S.: A false sense of security. Art News 2010;109(9): 90–93
6. Pałczyński C., Wittczak T.: Praca konserwatora a zdrowie. Biul. Infor. Konserw. Dzieł Sztuki 2010;17(3–4):14–16
7. Ouimet T.: How art materials can affect your health. CAA News 2004;29(4):2

8. Gherardi M., Gordiani A., Proietto A.: Chemical exposure measurements in art restoration. *J. Chem. Health Saf.* 2007;14(6):4–7
9. Ligor T., Górczyca P., Buszewski B.: Using gas chromatography for indoor-air quality control in conservation and renovation studios. *JOSE* 2005;11(3):251–261
10. Pascual E., Patino M.: *Konserwacja malarstwa*. Arkady, Warszawa 2004
11. Bastek G., Janczarski G.: *Serenissima. Światło Wenecji. Dzieła mistrzów weneckich XIV–XVIII wieku*. Muzeum Narodowe w Warszawie, Warszawa 2008
12. Drago F., Chiba N.: Locally adaptive chromatic restoration of digitally acquired paintings. *Int. J. Image Graph.* 2005;5(3):617–637
13. Hopliński J.: *Farby i spoiwa malarskie*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1990
14. Szmit-Naud E.: Stabilność barwna mieszanin pigmentów stosowanych we współczesnej palecie. *Ochr. Zabyt.* 2004;3/4:95–98
15. Szmit-Naud E.: Farby dla konserwatorów malarstwa – właściwości aplikacyjne i stabilność. *Ochr. Zabyt.* 2007;3: 59–68
16. Kupczewska-Dobecka M., Czerczak S.: Terpentyna. Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego. *Podst. Metody Oceny Środ. Pr.* 2006;48:159–187
17. Gochet B., de Meester C., Leonard A., Deknudt G.: Lack of mutagenic activity of white spirit. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 1984;53:359–364
18. Pośniak M., Skowroń J.: *Szkodliwe substancje chemiczne*. W: Zawieska W.M. [red.]. *Ryzyko zawodowe – metodyczne podstawy oceny*. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2007, ss. 39–64
19. Pośniak M., Skowroń J.: *Czynniki chemiczne*. W: Kordecka D. [red.]. *Bezpieczeństwo i higiena pracy*. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2008, ss. 137–177
20. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU* z 2002 r. nr 217, poz. 1833 (zmiany: *DzU* z 2005 r. nr 212, poz. 1769, *DzU* z 2007 r. nr 161, poz. 1142, *DzU* z 2009 r. nr 105, poz. 873, *DzU* z 2010 r. nr 141, poz. 950, *DzU* z 2011 r. nr 274, poz. 1621)
21. Pośniak M.: Ocena ryzyka zawodowego – narażenie na czynniki chemiczne (I). *Bezpiecz. Pr.* 2005;7–8:27–31
22. 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 dyrektywę 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (zwanego rozporządzeniem GHS). *DzUzr UE* z 2008 r. L 353
23. POCH Spółka Akcyjna: Zbiór Kart Charakterystyk Substancji Niebezpiecznych zgodnych z aktualnymi ustawami [cytowany 19 czerwca 2012]. Adres: <http://www.poch.com.pl/1/karty-charakterystyk,0,0>
24. Sigma-Aldrich: MSDS Search and Product Safety Center [cytowany 19 czerwca 2012]. Adres: <http://www.sigmaaldrich.com/safety-center.html>
25. Miranowicz-Dzierżawska K.: *Zmiany w REACH wprowadzone rozporządzeniem CLP*. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2010