

Irena Szadkowska-Stańczyk  
Urszula Wilczyńska  
Wojciech Sobala  
Neonila Szeszenia-Dąbrowska

## EKSPOZYCJA NA CZYNNIKI CHEMICZNE PRACOWNIKÓW ZAKŁADU PRODUKCJI OPON GUMOWYCH\*

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO CHEMICALS IN THE MANUFACTURE OF RUBBER TIRES

Z Zakładu Epidemiologii Środowiskowej  
Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi  
Kierownik zakładu: prof. dr hab. med. N. Szeszenia-Dąbrowska

**STRESZCZENIE** Analizą objęto środowisko pracy zakładu przemysłu gumowego, produkującego opony różnego typu, którego pracownicy włączeni zostali do badania kohortowego umieralności. W analizie uwzględniono pomiary stężeń 20 substancji chemicznych oznaczanych rutynowo na 137 stanowiskach pracy przez laboratorium zakładowe oraz stację sanitarno-epidemiologiczną, w latach 1981 – 1996. Przedstawiono wartości średnie i zakresy stężeń w badanym okresie według wydziałów i stanowisk pracy. Przeanalizowano także przekroczenie dopuszczalnych normatywów higienicznych. Wyodrębniono stanowiska pracy, na których występuje ekspozycja na czynniki podejrzane o działanie rakotwórcze. Przeprowadzona analiza pozwoliła na obliczenie dawek skumulowanych ekspozycji na określone związki pracowników objętych badaniem epidemiologicznym. Med. Pr. 2001 52; 6; 401–408

**SŁOWA KLUCZOWE:** ekspozycja zawodowa, produkcja opon, przemysł gumowy

**ABSTRACT** The work environment of the rubber industry company, producing various types of tires, was assessed and the workers of the plant were included in a cohort study of mortality. Concentrations of twenty chemical substances at 137 workposts were measured by employees of the plant laboratory and the sanitary and epidemiological station in 1981–1996. The mean values and concentration ranges were determined by departments and workposts. The excess of threshold limit values was analyzed. The workposts with exposure to agents possibly carcinogenic to humans were identified. The analysis performed will render it possible to calculate doses of cumulative exposure to given compounds among workers covered by the epidemiological study. Med Pr 2001; 52; 6; 401–408

**KEY WORDS:** occupational exposure, tire production, rubber industry

## WPROWADZENIE

W środowisku pracy przemysłu oponiarskiego może występować kilkaset substancji chemicznych (1,2). Są to używane do produkcji gumy kauczuki naturalne i sztuczne (styren, butapren, chloropren), środki wulkanizacyjne (siarka i jej związki, żywice), przyśpieszacze wulkanizacji (głównie aminy I-III rzędowe i ich pochodne), aktywatory wulkanizacji (tlenki cynku, tlenki magnezu, tlenki ołowiu, kwasy tłuszczowe), środki opóźniające wulkanizację (N-nitrozo-dwufenyloamina, bezwodnik kwasu ftalowego, kwas benzoesowy), środki przeciwstarzeniowe (antyutleniacze), pochodne p-fenylenodwuaminy, związki amonowe i fenolowe), napelniacze (sadza, krzemionki), plastyfikatory (oleje, żywice, smoły węglowe, smoły drzewne) i różne środki pomocnicze. Ponadto w powietrzu znajdują się inne szkodliwe substancje, będące produktami ubocznymi procesu technologicznego. Niektóre ze składników mieszanki gumowej jak i produktów ubocznych należą do związków uznanych za rakotwórcze dla człowieka (m. in. benzen, tlenek etylenu, oleje mineralne, paki, talk, chlorek winylu, 2-naftyloamina) oraz do podejrzewanych o działanie rakotwórcze (np. akrylonitryl, buta-1,3-dien, tlenek propylenu, izopren, styren, formaldehyd, tetrachlorek węgla, 1,2-dichloroetan, chlorek metylenu, tetra-chloroeten, trichloroeten, sadza techniczna, nitrozoaminy) (3,4). Taka

mnogość szkodliwych czynników chemicznych może stanowić istotne zagrożenie dla zdrowia pracowników.

Już w 1934 r. w Wielkiej Brytanii odnotowano wśród robotników przemysłu gumowego umieralność ogólną o 10% większą niż w populacji generalnej. Na nadwyżkę tę składały się głównie zgony z powodu nowotworów złośliwych. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem na podstawie wyników licznych badań epidemiologicznych prowadzonych w wielu krajach zaliczyła w 1982 r. przemysł gumowy do technologii rakotwórczych dla ludzi. Uznano wówczas, że nowotwory pęcherza moczowego, płuc, żołądka oraz białaczki są przyczynowo związane z narażeniem zawodowym, występującym w tym przemyśle. Natomiast zwiększenie częstotliwości występowania wielu innych nowotworów odnotowywane w różnych badaniach natrafiło na trudności interpretacji przyczynowo-skutkowej (1,2). Według ostatniej opinii, wydanej przez ekspertów IARC na podstawie przeglądu wyników badań opublikowanych już po ukazaniu się monografii IARC w 1982 r. (w tym: 12 badań kohortowych, 7 badań kliniczno-kontrolnych na bazie kohorty, 48 populacyjnych badań kliniczno-kontrolnych, 23 badań przeprowadzonych w oparciu o rejestry), zatrudnienie w przemyśle gumowym wiąże się ze zwiększonym ryzykiem występowania raka pęcherza moczowego, raka płuca i raka krtani oraz białaczek. Jednak ze względu na brak szczegółowych ocen narażenia w badaniach, niemożliwe jest wskaza-

\*Praca wykonana w ramach zadania finansowanego z dotacji na działalność statutową nr IMP 10.6 „Analiza umieralności ze szczególnym uwzględnieniem ryzyka choroby nowotworowej wśród osób zatrudnionych w przemyśle gumowym przy produkcji opon samochodowych”. Kierownik zadania: dr U. Wilczyńska

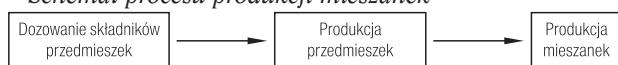
nie specyficznych czynników odpowiedzialnych za obserwowane nadwyżki raka (5). W Polsce przemysł gumowy znajduje się także w wykazie czynników rakotwórczych dla ludzi i jest uznany za proces produkcyjny, w toku którego dochodzi do zanieczyszczenia środowiska pracy substancjami i czynnikami rakotwórczymi (6).

### Procesy technologiczne produkcji opon i dętek

Pierwszym etapem w procesie produkcji opon i dętek jest produkcja mieszanek. Składa się na nią:

1. Przygotowanie składników mieszanek gumowych:
  - dostarczenie surowców (w kontenerach, transportarach lub pneumatycznie),
  - odważanie składników,
  - załadowanie do mieszarek (mikserów).
2. Mieszanie składników w mikserach:
  - przygotowanie przedmieszek z kauczuku i innych składników mieszanek gumowych, za wyjątkiem środków wulkanizujących,
  - sporządzanie mieszanek z przedmieszek i środków wulkanizujących.

#### Schemat procesu produkcji mieszanek



Kolejnymi etapami produkcji opon są:

**Walcowanie.** Proces ten odbywa się na walcarkach i ma na celu: przygotowanie mieszanek gumowych do wytłaczania (tzw. plastykacja); rozdrabnianie odpadów gumowych i tekstylnych (stosowanych jako napelniacze). Mieszanki na walcarkach są chłodzone lub podgrzewane w zależności od ich przeznaczenia.

**Przygotowanie tkanin do gumowania.** Proces ten obejmuje: suszenie tkanin na suszarkach bębnowych; impregnację aldehydową tkanin w kąpielach impregnujących z jednoczesnym nanoszeniem środków wiążących gumę z tkaniną; stabilizację tkanin – rozciąganie i obróbkę cieplną. Jako tkaniny stosuje się włókna wiskozowe, poliamidowe i poliestrowe.

**Kalandrowanie.** Proces ten odbywa się na kalandrach trój- lub czterowalcowych i ma na celu przygotowanie półproduktów z mieszanek gumowych i tkanin: frykcjonowanie tkanin; gumowanie tkanin (tzw. kordu). Frykcjonowanie tkanin polega na wcieraniu mieszanki gumowej w tkaninę i najczęściej poprzedza gumowanie tkanin. W wyniku tego procesu otrzymuje się kordy.

**Wytłaczanie mieszanek.** Proces ten jest związany przede wszystkim z wytłaczaniem bieżników opon i przebiega w wytłaczarkach ślimakowych. Dla utrzymania stałej elastyczności mieszanki gumowej dobiera się w zależności od jej rodzaju, ściśle określone temperatury.

**Przygotowanie osnowy i podkładu.** Kord gumowy na kalandrze tnie się na odpowiednie pod względem układu nitek pasma na osnowę i podkład opon. Stosuje się agregaty z pionową lub poziomą krajalnicą. Pocięte pasma tkaniny łączy się na zakładkę (klejenie) w taśmę o długości ok. 30 m i na-

wija na wałek. Na niektóre warstwy osnowy nakładana jest kapa, tj. warstwa gumy o grubości do 1 mm.

**Przygotowanie skrzydełek** (element konstrukcyjny). Skrzydełko składa się z rdzenia stopki (zwinęte w pierścień taśmy z nagumowanych drutów – tzw. drutowka), wypełniacza (profilowany element gumowy) oraz wczepu (pasek tkaniny z nagumowanego kordu poliamidowego lub wiskozowego).

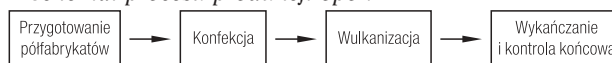
**Konfekcja opon.** Konfekcja, czyli budowa opony z poszczególnych elementów jest najbardziej pracochłonnym procesem. Przeprowadza się ją w maszynie konfekcyjnej. Opony diagonalne konfekcjonuje się z pojedynczych warstw osnowy, skrzydełek, warstw podkładu, pasków ochronnych i bieżnika. Opony radialne zbudowane są z kapy wewnętrznej, pojedynczych warstw osnowy, skrzydełek, pasków profilowych i wzmacniających, boków bieżnika, pojedynczych warstw opasania (kord stalowy) oraz czoła bieżnika.

**Wulkanizacja.** Surowe opony umieszcza się na membranach w prasach wulkanizacyjnych. Wulkanizacja przebiega w określonym ciśnieniu i temperaturze (142–162°C), w zależności od wytwarzanego asortymentu opon.

Przed wulkanizacją opony maluje się, ręcznie lub automatycznie, zawieszając mieszanki gumowej w benzynie ekstrakcyjnej. W tym etapie również talkuje się opony i silikonuje formy, aby zmniejszyć przyczepność metalu do gumy.

**Kontrola i wykańczanie opon.** Ten etap obejmuje stabilizację opon (chłodzenie), obcinanie wpływów i kontrolę jakości. Opony wadliwe poddawane są regeneracji.

#### Schemat procesu produkcji opon



Etapy produkcji dętek są bardzo zbliżone do produkcji opon. Różnią się natomiast składniki mieszanki, która w przypadku dętek zawiera znaczne ilości gumy butylowej, różne są też stosowane przyspieszacze. Środkiem zapobiegającym sklepaniu się dętek w stanie surowym jest talk. Wyróżnia się następujące etapy produkcji:

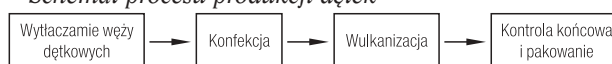
Przygotowanie węży dętkowych metodą wytłaczania.

Cięcie i łączenie końcówek węży dętkowych w obręczę oraz montaż zaworów (konfekcja dętek).

Poddawanie dętek surowych działaniu wysokich temperatur i ciśnienia w celu otrzymania gotowych (zwulkanizowanych) dętek (wulkanizacja).

Kontrola jakości, opróżnianie z powietrza i pakowanie dętek (wykańczanie i kontrola).

#### Schemat procesu produkcji dętek



## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Pod koniec lat 90. podjęto badania poziomu i przyczyn umieralności w dużym zakładzie, produkującym różnego ro-

dzaju opony (do samochodów osobowych, dostawczych, ciężarowych, do wózków, traktorów, maszyn rolniczych, motocykli, rowerów i motorowerów), a także dętki i ochraniacze. Wybrany do badań zakład powstał w 1939 r., a po zniszczeniach wojennych i odbudowie rozpoczął produkcję w 1950 r. Obserwacją kohortową objęto 17 747 pracowników zatrudnionych w latach 1950–1996 (7,8). Do celów tego badania zebrane zostały dane o wynikach pomiarów stężeń czynników chemicznych, które laboratorium zakładowe i stacje sanitarno-epidemiologiczne wykonywały w latach 1981–1996. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie charakterystyki środowiska pracy w zakładzie na podstawie tych pomiarów.

### Metoda oceny ekspozycji

Podstawowy zbiór informacji o narażeniu stanowiły pomiary substancji chemicznych, występujące w środowisku pracy zakładu wykonane w latach 1981–1996 przez laboratorium środowiskowe zakładu oraz, w przypadku niektórych substancji, przez Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną. Dane za okres wcześniejszy nie były kompletne i nie mogły zostać objęte analizą. Informacje dotyczące pomiarów miały następujący zakres:

- typ produkcji,
- wydział,
- stanowisko pracy,
- mierzony czynnik,
- czas trwania pomiaru,
- data pobrania próbki,
- metoda poboru próbki,
- metoda analityczna,
- rodzaj próbki,
- stężenie,
- ocena higieniczna pomiaru,
- osoba wykonująca pomiar,
- cel pobierania próbki,
- uwagi o czynnikach, które mogły mieć wpływ na poziom pomiaru.

Pomiary stężeń badanych substancji przeprowadzone zostały z zastosowaniem strategii pomiarów stacjonarnych, opartych na wyrzutowych próbkach powietrza. Uzyskane wyniki są reprezentatywne dla rzeczywistego narażenia zawodowego, ponieważ pobierane były w sposób losowy (4–5 próbek powietrza w ciągu zmiany roboczej). Punkty pomiarowe umieszczone były możliwie blisko stanowisk pracy, przy czym próbnik umieszczany był na wysokości dróg odchodowych pracownika (PN/Z-04008/07).

Do oznaczenia stężeń substancji toksycznych w powietrzu zastosowano następujące metody analityczne: spektrofotometria lub kolorymetria 21,8%, wskaźniki rurkowe 19,8%, metoda wagowa 52,1%. Dla około 6% prób brak było danych o metodzie analitycznej.

Zebrane informacje nanoszono na karty kodowe i na tej podstawie założono komputerowy zbiór danych, który poddano dalszej analizie.

Dla oceny narażenia na określonych stanowiskach pracy, na podstawie danych ze zbioru zmierzonych stężeń poszczególnych związków, obliczono przeciętne stężenie roczne i wieloletnie, uwzględniające średnie arytmetyczne ważone 8-godzinny czas pracy. Ponadto dla zobrazowania zakresu stężeń podano wartości minimalne i maksymalne w całym okresie objętym analizą. Dla wyodrębnienia procesów technologicznych i stanowisk pracy, na których występują przekroczenia dopuszczalnych norm higienicznych, przeciętne roczne stężenia poszczególnych substancji porównywano z obowiązującymi w 1997 r. wartościami NDS. Przedstawiono dla każdego związku i każdego stanowiska odsetki wyników przekraczających poziomy NDS w całym analizowanym okresie 15 lat.

### WYNIKI

Analizą objęto 137 stanowisk pracy występujących w 57 wydziałach i podwydziałach produkcyjnych. Ogółem w latach 1981–1996 wykonano 5643 oceny stężeń substancji szkodliwych w powietrzu. W analizowanym okresie oznaczano 20 różnych substancji chemicznych, występujących w powietrzu. Rodzaj badanych substancji i liczebności analizowanych stężeń ilustruje tabela I. Najczęściej monitorowano stężenia sadzy i przyspieszaczy (16,7% oznaczeń), benzyny (13,2%), talku (13,0%), olei mineralnych (12,1%) oraz pyłu całkowitego (9,3%). Zebrane informacje pozwoliły na wyodrębnienie stanowisk o szczególnym zagrożeniu zdrowia wysokimi stężeniami badanych czynników. W tabeli II zamieszczono średnie arytmetyczne i zakresy stężeń substancji chemicznych monitorowanych w latach 1981–1996 w powietrzu zakładu wraz ze wskazaniem jak często stężenia te przekraczały dopuszczalne normatywy higieniczne. Tabela, ze względu na ograniczenia przestrzenne zawiera układ powyższych danych jedynie według podwydziałów.

W badanym okresie spośród 137 stanowisk, na których wykonywano pomiary, aż na 92 (67%) poziomy stężeń ocenianych czynników szkodliwych przekraczały w ponad 50% dopuszczalne normatywy. Dotyczyło to także czynników podejrzewanych o działanie rakotwórcze, takich jak aminy aromatyczne, talk i sadza.

W zakładzie produkcji mieszanek na stanowiskach obsługi walcarek i chłodziarek stwierdzono dość znaczne poziomy amin aromatycznych oraz sadzy i przyspieszaczy. Dotyczyło to głównie walcowników. Na stanowiskach obsługi mikserów oraz przy opróżnianiu worków z sadzą (odważacz chemikałów) występował znaczny poziom zapylenia sadzą.

W zakładzie produkcji opon samochodowych znaczne poziomy amin aromatycznych oraz olejów mineralnych stwierdzono u wylączarkowych w dziale przygotowania półfabrykatów oraz u operatorów pras wulkanizacyjnych. W dziale czyszczenia form występowały podwyższone dość znacznie stężenia pyłu całkowitego.

W zakładzie produkcji opon rolniczych stwierdzono w dziale przygotowania półfabrykatów wysokie stężenia

amin aromatycznych głównie na stanowiskach walcowników, kalandrowych i wylączarkowych, u tych ostatnich odnotowano także wysokie stężenia pyłu talku. W dziale konfekcji zatrudnieni na stanowiskach konfekcjonerów narażeni byli głównie na znaczne stężenia pyłu talku. W dziale wulkanizacji narażenie na wysokie stężenia amin aromatycznych dotyczyło operatorów pras, a także konfekcjonerów.

Przy produkcji opon rowerowych narażenie na wysokie stężenie amin dotyczyło szczególnie operatorów pras w procesie wulkanizacji. Przy produkcji dętek rowerowych ekspozycja

taka dotyczyła wylączarkowych w procesie konfekcji oraz operatorów pras wulkanizacyjnych.

W zakładzie produkcji dętek samochodowych narażenie na aminy aromatyczne dotyczyło głównie wylączarkowych przy konfekcjonowaniu dętek oraz operatorów pras podczas wulkanizacji. Wysokie stężenie pyłu talku stwierdzono głównie u konfekcjonerów dętek.

W zakładzie produkcji osprzętu u mechaników zatrudnionych przy czyszczeniu form stwierdzono znaczną ekspozycję na pył, w tym pył piasku.

W działach nieprodukcyjnych znaczne przekroczenie normatywów dla pyłu sadzy odnotowano u wydawców surowców.

**Tabela I.** Czynniki szkodliwe dla zdrowia oznaczone w powietrzu zakładu produkcji opon w latach 1981–1996

**Table I.** Harmful chemicals detected in the air of the tire company, 1981–1996

Lp. No.	Czynnik Agnet	Liczba pomiarów Number of measurements	%
1	Alkohol etylowy Ethyl alcohol	19	0,3
2	Aminy aromatyczne Aromatic amines	274	4,8
3	Amoniak Ammonia	68	1,2
4	Benzen Benzene	359	6,4
5	Benzyna Petrol	743	13,2
6	Chlor Chlorine	18	0,3
7	Chlorowódor Hydrogen chloride	38	0,7
8	Kwas siarkowy Sulfuric acid	241	4,3
9	Octan etylu Ethyl acetate	17	0,3
10	Oleje mineralne Mineral oils	682	12,1
11	Rtęć Mercury	31	0,5
12	Tlenki azotu Nitrogen oxides	88	1,6
13	Tlenki węgla Carbon oxides	229	4,1
14	Trójchloroetylen Trichloroethylene	47	0,8
15	Pył całkowity Total dust	527	9,3
16	Pył gumowy Rubber dust	162	2,9
17	Pył piasku Sand dust	281	5,0
18	Pył respirabilny Respirable dust	144	2,5
19	Sadza + przyspieszacze Carbon black + accelerators	942	16,7
20	Talk Talcum	733	13,0
	Razem Total	5643	100,0

## OMÓWIENIE

Rozpoznanie higienicznych warunków pracy w przemyśle gumowym w Polsce nie można uznać za zadowalające. Skład dymów wulkanizacyjnych został opisany przez Włodarskiego i wsp. (9). Inwentaryzację surowców stosowanych w przemyśle produkcji opon oraz występowanie czynników rakotwórczych i mutagennych w środowisku pracy przemysłu oponiarskiego w Polsce zawierają prace Rogaczewskiej i wsp. (4,10–12) oraz Czerczaka i wsp. (3,13). Przedstawiona w niniejszej publikacji ocena ekspozycji oparta na pomiarach laboratorium zakładowego i stacji sanitarno-epidemiologicznej także nie wypełnia tej luki. Została ona przeprowadzona dla celów epidemiologicznej analizy odległych skutków zdrowotnych (umieralności wg przyczyn) u pracowników zakładu produkcji opon, pogrupowanych według narażenia. Jej znacznym ograniczeniem był brak danych, dotyczących stężeń poszczególnych amin i nitrozoamin – głównych czynników rakotwórczych w produkcji gumy. Analizowane w naszej publikacji stężenia obrazowały jedynie sumę amin aromatycznych, które oznaczone były metodą kolorymetryczną.

Uzyskane informacje pozwoliły na wyodrębnienie grup stanowisk pracy narażonych na określone substancje objęte monitorowaniem. Średnie arytmetyczne stężeń poszczególnych związków w okresie objętym analizą oraz średnie ekstrapolowane ekspozycji dla lat wcześniejszych pozwoliły na oszacowanie, dla wybranych substancji i stanowisk, dawek skumulowanych, wykorzystanych w analizie epidemiologicznej.

Wyniki obserwacji poziomu i przyczyn umieralności pracowników zakładu objętego badaniem z wykorzystaniem danych dotyczących narażenia na określone substancje chemiczne zostaną przedstawione w oddzielnej publikacji.

## PODZIĘKOWANIE

Autorzy serdecznie dziękują p. Elżbiecie Kurcz – kierownikowi Działu Bezpieczeństwa i Higieny Pracy objętego badaniem Zakładu za pomoc w przygotowaniu niniejszego opracowania.

**Tabela II.** Czynniki szkodliwe w stężeniach przekraczających dopuszczalne normatywy higieniczne według wydziałów produkcyjnych w latach 1981–1996  
**Table II.** Chemicals with concentrations exceeding TLV, 1981–1996

Wydział Department	Czynnik Chemicals	NDS TLV mg/m <sup>3</sup>	$\bar{X}$ mg/m <sup>3</sup>	Zakres stężeń Concentration range min-max mg/m <sup>3</sup>	Częstość* >NDS Frequency* >TLV
1	2	3	4	5	6
Zakład produkcji mieszanek – walcownia I Handling, weighing and mixing plant – I					
Poziom walcarek i chłodziarek Mixing rolls and coolers	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,35	0,02–0,72	16/18 (88,9%)
	oleje mineralne Mineral oils	5	4,2	2,5–7	15/59 (25,4%)
	sadza + przyspieszacze Carbon black +accelerators	4	5,6	2,3–23,4	147/175 (84,0%)
Poziom mikserów Mixers	pył całkowity Total dust	4	10,4	9,9–10,9	2/2 (100,0%)
	sadza + przyspieszacze Carbon black +accelerators	4	9,3	2,6–49	193/215 (89,8%)
Odważanie surowców Raw materials weighing	pył całkowity Total dust	4	7,9	3,7–18,2	69/72 (95,8%)
	sadza + przyspieszacze Carbon black +accelerators	4	7,1	3,1–23,2	93/114 (81,6%)
Klejownia Glue spreading	benzyna Petrol	500	350,0	40–1550	24/138 (17,4%)
Zakład produkcji mieszanek - walcownia II Handling, weighing and mixing plant – II					
Poziom walcarek i chłodziarek Mixing rolls and coolers	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,35	0,08–0,72	16/19 (84,2%)
	oleje mineralne Mineral oils	5	3,4	2,4–5,5	1/29 (3,4%)
	sadza + przyspieszacze Carbon black +accelerators	4	3,7	0,9–10	7/30 (23,3%)
Poziom mikserów Mixers	pył całkowity Total dust	4	13,5	13,5–13,5	1/1 (100,0%)
	sadza + przyspieszacze Carbon black +accelerators	4	7,5	1,4–73,2	138/152 (90,8%)
Odważanie surowców Raw materials weighing	pył całkowity Total dust	4	9,8	0,7–35,4	16/19 (84,2%)
	sadza + przyspieszacze Carbon black +accelerators	4	5,5	2,7–19,6	77/95 (81,1%)
Rozworkowywanie sadzy Soot unwrapping	sadza + przyspieszacze Carbon black +accelerators	4	12,2	3,1–16,7	24/30 (80,0%)
Zakład produkcji opon samochodowych Car tire production plant					
Przygotowanie półfabrykatów Semi-products preparation	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,67	0,01–1,29	26/33 (78,8%)
	amoniak Ammonia	20	18,0	0–60	12/34 (35,3%)
	oleje mineralne Mineral oils	5	11,3	0,3–38,0	1/71 (1,4%)
	benzyna Petrol	500	290,0	0–2360	3/81 (3,7%)
Wulkanizacja Vulcanization	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,35	0,05–2,14	21/29 (72,4%)
Czyszczenie form Moulds cleaning	pył całkowity Total dust	4	7,7	2,8–23,2	10/11 (90,9%)
	pył piasku Sand dust	4	2,1	1,2–5,4	2/83 (2,4%)
	talk Talcum	4	4,0	1,9–5,1	2/3 (66,7%)

1	2	3	4	5	6
Zakład produkcji opon rolniczych – zakład A Tractor tire production plant – A					
Przygotowanie półfabrykatów Semi-products preparation	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,95	0,18–4,5	44/44 (100,0%)
	oleje mineralne Mineral oils	5	3,7	0,1–6,4	4/65 (6,2%)
	benzyna Petrol	500	440,0	100–2010	16/83 (19,3%)
	talk Talcum	4	5,3	1,3–11,6	36/43 (83,7%)
Konfekcja Tires building	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,3	0–0,35	3/9 (33,3%)
	benzyna Petrol	500	220,0	30–900	1/79 (1,3%)
	pył całkowity Total dust	4	9,9	9,9–9,9	1/1 (100,0%)
	talk Talcum	4	19,6	6–30,3	8/8 (100,0%)
Wulkanizacja Vulcanization	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,54	0,08–1,3	17/19 (89,5%)
	oleje mineralne Mineral oils	5	3,6	1,8–7	2/27 (7,4%)
	talk Talcum	4	15,2	15,2–15,2	1/1 (100,0%)
Zakład produkcji opon rolniczych – zakład B Tractor tire production plant – B					
Konfekcja Tires building	benzyna Petrol	500	280,0	0–680	4/68 (5,9%)
	pył całkowity Total dust	4	7,2	7,2–7,2	1/1 (100,0%)
	talk Talcum	4	12,4	4,7–20,7	13/13 (100,0%)
Wulkanizacja Vulcanization	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,26	0,05–0,46	12/16 (75,0%)
Zakład produkcji opon rolniczych – zakład C Tractor tire production plant – C					
Konfekcja Tires building	benzyna Petrol	500	360,0	50–940	7/22 (31,8%)
Zakład produkcji ogumienia rowerowego – produkcja opon Bicycle tire production plant					
Kalandry, walcarki Milling, calendering	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,2	0,06–0,3	1/2 (50,0%)
	amoniak Ammonia	20	56,0	0–195	21/32 (65,6%)
	benzyna Petrol	500	400,0	170–820	3/21 (14,3%)
Wulkanizacja Vulcanization	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,42	0–0,69	22/23 (95,7%)
Mieszanki kolorowe Coloured mixtures	pył całkowity Total dust	4	4,5	1,4–15,9	85/172 (49,4%)
	pył piasku Sand dust	4	3,5	2,2–6	1/3 (33,3%)
	sadza + przyspieszacze Carbon black +accelerators	4	3,4	1,5–5,5	1/3 (33,3%)
	talk Talcum	4	4,7	4,1–5,1	3/3 (100,0%)
Zawory Valves	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,28	0–0,81	11/14 (78,6%)
	oleje mineralne Mineral oils	5	4,1	1,7–6,6	7/21 (33,3%)
	benzyna Petrol	500	360,0	0–1500	7/49 (14,3%)
	pył całkowity Total dust	4	4,4	2,3–6,4	1/2 (50,0%)

1	2	3	4	5	6
	pył gumowy Rubber dust	10	7,0	1-22	13/75 (17,3%)
	pył piasku Sand dust	4	2,7	1-7,6	4/89 (4,5%)
	Zakład produkcji ogumienia rowerowego - produkcja dętek Bicycle tire production plant - production of tubes				
Konfekcja dętek Tubes building	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,87	0,87-0,87	1/1 (100,0%)
	benzyna Petrol	500	430,0	40-1200	7/28 (25,0%)
	talk Talcum	4	6,8	1,1-25,5	306/324 (94,4%)
Wulkanizacja Vulcanization	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,40	0,1-0,59	18/19 (94,7%)
Wytłaczarki, walcarki Milling, extruding	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,49	0,09-0,94	18/19 (94,7%)
	Zakład produkcji dętek samochodowych Car tubes production plant				
Konfekcja Tubes building	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	1,01	0,56-1,45	2/2 (100,0%)
	oleje mineralne Mineral oils	5	2,1	0-6,7	1/21 (4,8%)
	pył całkowity Total dust	4	2,4	0,8-9,5	4/26 (15,4%)
	sadza + przyspieszacze Carbon black +accelerators	4	5,3	5,3-5,3	1/1 (100,0%)
	talk Talcum	4	5,6	1,7-18,4	280/333 (84,1%)
Wulkanizacja Vulcanization	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,88	0,39-1,36	2/2 (100,0%)
	oleje mineralne Mineral oils	5	3,6	1,8-7,5	5/44 (11,4%)
Zawory Valves	benzyna Petrol	500	260,0	50-790	2/55 (3,6%)
	pył całkowity Total dust	4	4,0	1,7-6,3	1/2 (50,0%)
	pył piasku Sand dust	4	2,7	0,6-5,9	1/99 (1,0%)
	talk Talcum	4	6,5	3,6-6,5	2/4 (50,0%)
	Zakład produkcji mediów technologicznych Power plant, water treatment				
Kotłownia Boiler room	tlenek węgla Carbon oxide	30	19,0	0-109	14/121 (11,6%)
	rtęć Mercury	0,03	0,02	0-0,15	4/31 (12,9%)
	pył całkowity Total dust	4	4,4	1-13,1	73/127 (57,5%)
Wodoocyszczalnia Water treatment	chlorowodór Hydrogen chloride	5	10,1	0-30,4	21/35 (60,0%)
	zakład remontów Construction/repair plant				
Spawalnica Welding	tlenki azotu Nitrogen oxides	5	3,3	0-8,6	2/33 (6,1%)
	pył całkowity Total dust	4	3,4	1,8-5,6	1/4 (25,0%)
Szlifierki Grinding	pył całkowity Total dust	4	3,9	1,2-9,9	15/30 (50,0%)
Frezarki Milling	pył całkowity Total dust	4	6,0	6-6	1/1 (100,0%)
Stolarnia Woodworking	pył całkowity Total dust	4	5,2	5,2-5,2	1/1 (100,0%)

1	2	3	4	5	6
	Zakład produkcji osprzętu Fittings production plant				
Czyszczenie form Moulds cleaning	pył całkowity Total dust	4	11,5	6,3–16,8	2/2 (100,0%)
	pył piasku Sand dust	4	16,8	16,8–16,8	1/1 (100,0%)
Spawalnie Welding	tlenki azotu Nitrogen oxides	5	3,4	1,7–5,5	1/23 (4,3%)
Odlewnia Foundry	oleje mineralne Mineral oils	5	3,3	2,5–5,6	1/5 (20,0%)
Szlifierki Grindingx	pył całkowity Total dust	4	4,3	1,4–31	14/46 (30,4%)
	Działy nieprodukcyjne Non-production departments				
Działy nieprodukcyjne Non-production departments	aminy aromatyczne Aromatic amines	0,1	0,06	0–0,21	1/5 (20,0%)
	tlenki węgla Carbon oxides	30	21,0	0–77	7/51 (13,7%)
	kwas siarkowy Sulfuric acid	1	1,8	0,4–6	210/240 (87,5%)
	oleje mineralne Mineral oils	5	3,5	0–6,8	6/43 (14,0%)
	pył całkowity Total dust	4	3,4	1,7–6,3	1/4 (25,0%)
	sadza + przyspieszacze Carbon black + accelerators	4	7,2	1,1–32,1	106/127 (83,5%)
	trójchloroetylen Trichloroethylene	50	47,0	0–219	14/47 (29,4%)

\* Przyjęto wartości NDS obowiązujące w 1997 r. W przypadku amin aromatycznych zamiast wartości 0 przyjęto wartość 0,1 mg (poziom oznaczalności metody kolorometrycznej).

\* TLV binding in 1997. In case of aromatic amines, the value of 0.1 mg (detection limit of the colorimetric method) was adopted instead of 0.

## PIŚMIENNICTWO

- IARC Monographs on Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. The rubber industry. Tom 28. International Agency on Cancer Research, Lyon 1982.
- IARC Monographs on Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Overall evaluation of carcinogenicity. Supl. 7. International Agency on Cancer Research, Lyon 1987.
- Czerczak S., Sokal J.A., Jędrzychowski R.: Szkodliwość substancji i technologii chemicznych stosowanych w produkcji opon samochodowych. Zeszyt 2. Studia i Materiały Monograficzne IMP, Łódź 1986, ss. 73–106.
- Rogaczewska T.: Substancje rakotwórcze i podejrzane o działanie rakotwórcze w środowisku pracy przemysłu gumowego. Zeszyt 41. Studia i Materiały Monograficzne IMP, Łódź 1994.
- Kogevinas M., Sala M., Boffetta P., Kazerouni N., Kromhout S.: Cancer risk in the rubber industry: a review of the recent epidemiological evidence. *Occup. Environ. Med.* 1998, 55, 1–12.
- Rozporządzenie MZiOS z dnia 11.09.1996 r. w sprawie czynników rakotwórczych w środowisku pracy oraz nadzoru nad stanem zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. *DzU* 1996, nr 121, poz. 571.
- Wilczyńska U., Szadkowska-Stańczyk I., Szeszenia-Dąbrowska N., Sobala W., Strzelecka A.: Umieralność pracowników zakładu oponiarskiego. *Med. Pr.* 2000, 5, 425–433.
- Wilczyńska U., Szadkowska-Stańczyk I., Szeszenia-Dąbrowska N., Sobala W., Strzelecka A.: Cancer mortality in rubber tire workers in Poland. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health* 2001, 14, 2, 115–125.
- Włodarski G., Kryńska A., Pośniak M.: Badanie składu chemicznego substancji emitowanych podczas wulkanizacji wyrobów gumowych. *Prace CIOP* 1981, 31, 167–182.
- Rogaczewska T., Ligócka D., Nowicka K.: Hygienic characteristics of carbon black used in tyre production. *Pol. J. Occup. Med.* 1989, 2, 4, 367–375.
- Rogaczewska T., Ligócka D.: Occupational exposure to coal tar pitch volatiles, benzo[a]pyrene and dust in tyre production. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health* 1994, 7, 4, 379–386.
- Rogaczewska T., Wróblewska-Jakubowska K.: Narażenie zawodowe na N-nitrozoaminy w przemyśle opon samochodowych. *Med. Pr.* 1996, 47, 6, 569–576.
- Czerczak S., Konieczko K., Peptońska B., Szymczak W.: Przemysł gumowy W: Czerczak S. [red]. Wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych. Zeszyt 9. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 1999.

Adres autorów: Św. Teresy 8, 90-950 Łódź, e-mail: irenasta@imp.lodz.pl

Nadesłano: 17.10.2001

Zatwierdzono: 15.11.2001