

Małgorzata POŚNIAK
Małgorzata SZEWCZYŃSKA
Agnieszka WOLSKA
Piotr GŁOGOWSKI

NARAŻENIE ŁĄCZNE NA PROMIENIOWANIE NADFIOLETOWE I SUBSTANCJE CHEMICZNE O DZIAŁANIU DRAŻNIĄCYM, UCZULAJĄCYM W TYM FOTOU CZULAJĄCYM

STRESZCZENIE *Celem pracy badawczej była ocena narażenia zawodowego pracowników na łączne oddziaływanie naturalnego promieniowania UV i czynników chemicznych.*

Reprezentatywną grupą pracowników narażonych na łączne oddziaływanie szkodliwych dla zdrowia czynników była grupa pracowników budownictwa drogowego. Praca tej grupy zawodowej wiąże się z narażeniem na dymy asfaltów, wśród których mogą występować substancje szkodliwie działające na skórę m.in. substancje drażniące i uczulające, w tym fototoksyczne lub fotouczulające, których łączne oddziaływanie z promieniowaniem UV może być przyczyną dermatoz egzogennych.

Słowa kluczowe: *promieniowanie nadfioletowe, substancje chemiczne, działanie drażniące, łączne narażenie, asfalty, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne*

dr Małgorzata POŚNIAK, dr Małgorzata SZEWCZYŃSKA
e-mail: mapos@ciop.pl, mapol@ciop.pl,

dr inż. Agnieszka WOLSKA
e-mail: agwol@ciop.pl

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy,
Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

mgr Piotr GŁOGOWSKI
e-mail: pglogowski@wat.edu.pl

Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna,
00-908 Warszawa, ul. Kaliskiego 2

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 244, 2010

1. WSTĘP

Promieniowanie nadfioletowe (UV) zalicza się do czynników szkodliwych w środowisku pracy. W odniesieniu do ekspozycji zawodowej na sztuczne źródła nadfioletu określone są dopuszczalne wartości skutecznego napromienienia (NDN) skóry w ciągu zmiany roboczej, których przekroczenie oznacza występowanie dużego ryzyka zawodowego. Promieniowanie pasma UV-B wytwarza rumień (czyli erytremę), pojawiający się po 5 ÷ 6 godzinach i trwający około 4 ÷ 5 dni. Duże dawki promieniowania UV-B mogą doprowadzić do poparzenia skóry. Skuteczność wywoływania rumienia przez pasmo UV-A jest bardzo mała, około 1 000 razy mniejsza niż pasma UV-B. Pomimo, że powtarzająca się ekspozycja skóry na promieniowanie nadfioletowe uodparnia na jego działanie, to długotrwałe narażenie na wysokie natężenia UV prowadzi do niekorzystnych zmian w naskórku: przyspiesza proces starzenia się skóry oraz wywołuje zmiany przednowotworowe i nowotworowe.

Promieniowanie słoneczne bywa również przyczyną chorób skóry zwanych fotodermatozami, które związane są z nadwrażliwością na promieniowanie UV. Nadwrażliwość mogą spowodować substancje chemiczne fotouczulające lub fototoksyczne znajdujące się w pożywieniu, stosowane jako leki bądź kosmetyki, a także różnego rodzaju substancje chemiczne występujące w środowisku pracy, takie jak: farby drukarskie zawierające kwas amylo-o-dimetyloaminobenzoesowy, środki do impregnacji drewna, smoły, asfalty zawierające wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (głównie antracen, fenantren) oraz barwniki na bazie antrahinonu: benzoantron, Dyspersja Blue 35. Substancje te na zewnętrznych stanowiskach pracy, na których często występuje równoczesne oddziaływanie naturalnego promieniowania UV mogą powodować fotodermatozy egzogenne.

Na podstawie przeprowadzonej analizy niezbędnych działań mających na celu wdrożenie do prawa polskiego zaleceń dyrektywy 2006/25/WE wynika konieczność uwzględniania przy ocenie ryzyka zawodowego skutków dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników wynikających z interakcji między promieniowaniem optycznym, a chemicznymi substancjami fotouczulającymi/fototoksycznymi.

Głównym celem badań było przeprowadzenie łącznej oceny narażenia zawodowego pracowników na naturalne promieniowanie ultrafioletowe i substancje chemiczne o działaniu drażniącym i uczulającym, w tym fotouczulającym/fototoksycznym. Substancje te wchłaniane do organizmu pracownika poprzez układ oddechowy i nieuszkodzoną skórę mogą powodować różnego rodzaju reakcje skórne – swędzenie, wysypki, zaczerwienienia oraz uczulenia.

Dodatkowe jednoczesne działanie promieniowania UV może te reakcje potęgować lub powodować inne reakcje skórne – fotodermatozy egzogenne, jeśli wśród oddziaływujących czynników chemicznych będą substancje fototoksyczne lub fotouczulające.

2. METODYKA BADAŃ

2.1. Badane stanowiska pracy

Badania przeprowadzono na 8 budowach dróg podczas układania asfaltów. Obiekty, na których przeprowadzono badania ze względu na konieczność zachowania poufności uzyskanych wyników są w dalszej części sprawozdania określane jako: Budowa 1, Budowa 2, Budowa 3, Budowa 4, Budowa 5 i Zakład 6, Budowa 7, Budowa 8. Pomiary promieniowania UV i czynników chemicznych wykonywano dla 4-5 pracowników poszczególnych obiektów, łącznie dla 37 pracowników. Dane dotyczące stanowisk pracy, podano w tabeli 1. Podczas prowadzenia badań przy układaniu nowych nawierzchni dróg z asfaltów gorącą masę asfaltową dowożono samochodami ciężarowymi na miejsce prac drogowych, przeładowywano do układarki (tzw. rozsiewacza), który w sposób mechaniczny rozścielał ją na zadaną szerokość i grubość, wstępnie zagęszczając deską profilującą i ubijającą. Walce gumowe i stalowe przesuwane się za rozsiewaczem wykonywały po kilka przetoczeń w celu zagęszczenia nawierzchni. Układano masy asfaltowe zawierające od 3,7 do 8% asfaltów D35/D50 lub D50/D70.

Badania prowadzono również podczas napraw nawierzchni jezdni (prace konserwacyjne). W toku tych prac pracownicy przeładowywali emulsje asfaltowe z ciężarówki na taczki i dowozili je na miejsce naprawy, wyrzucali gorącą masę na naprawiane miejsca i rozgrabiali asfalt na warstwy o odpowiedniej grubości.

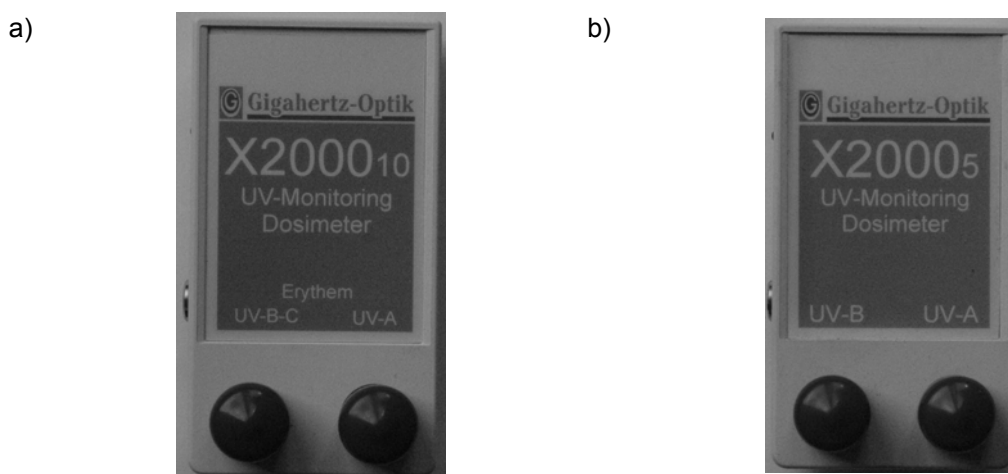
2.1 Metoda pomiaru ekspozycji pracowników na naturalne promieniowanie nadfioletowe

Do badań stosowano dwa rodzaje przenośnych, indywidualnych dozymetrów aktywnych firmy Gigahertz-Optik GmbH (Niemcy):

- X2000-10 – skorygowany erytemalnie do krzywej CIE; posiada dwa detektory: UV-A_{ery} i UV-B/C_{ery}; maksymalna mierzona wartość natę-

żenia napromienienia wynosi: 670 mW/cm^2 z maksymalną rozdzielczością $3,3 \text{ nW/cm}^2$ (rys. 1a),

- X2000-5 - skorygowany do żadnej krzywej skuteczności; posiada dwa detektory UV-A i UV-B; maksymalna mierzona wartość natężenia napromienienia wynosi: dla UV-A 180 mW/cm^2 z maksymalną rozdzielczością $1,0 \text{ nW/cm}^2$ a dla UV-B maksymalna mierzona wartość natężenia napromienienia wynosi: 670 mW/cm^2 z maksymalną rozdzielczością $3,3 \text{ nW/cm}^2$ (rys. 1b).



Rys. 1. Stosowane dozymetry

a) X2000-10, b) X2000-5

Oba rodzaje dozymetrów przed pomiarami były kalibrowane, tzn. wyznaczano odpowiednie współczynniki korekcyjne. Dla dozymetrów X-2000-10:

- w zakresie UVA najlepiej przyjąć współczynniki korekcyjne wynikające z kalibracji przy wykorzystaniu wzorca źródła promieniowania jakim jest lampa halogenowa oraz systemu spektrometrycznego OL przy uwzględnieniu współczynników dopasowania widmowego $F_{X2000-10}$,
- w zakresie UVB najlepiej przyjąć współczynniki korekcyjne wyznaczone w oparciu o pomiary referencyjne przeprowadzone z wykorzystaniem odniesieniowego szerokopasmowego miernika skorygowanego erytemalnie – biometrem SL 501A .

W przypadku dozymetru X-2000-5 w obu zakresach promieniowania UV najlepiej przyjąć współczynniki korekcyjne wynikające z kalibracji przy wykorzystaniu wzorca źródła promieniowania jakim jest lampa halogenowa oraz

systemu spektrometrycznego OL750W przy uwzględnieniu współczynników dopasowania widmowego $F_{X2000-5}$.

W celu otrzymania odpowiednich współczynników dopasowania widmowego dla obu rodzajów dozymetrów zastosowano funkcje dopasowania widmowego:

$$F_{X2000-10} = \frac{\int_{\lambda} S_{st}(\lambda) S_{ery} d\lambda \cdot \int_{\lambda} S_{hal}(\lambda) S_{dozy} d\lambda}{\int_{\lambda} S_{st}(\lambda) S_{dozy} d\lambda \cdot \int_{\lambda} S_{hal}(\lambda) S_{ery} d\lambda} \quad (1)$$

$$F_{X2000-5} = \frac{\int_{\lambda} S_{st}(\lambda) d\lambda \cdot \int_{\lambda} S_{hal}(\lambda) S_{dozy} d\lambda}{\int_{\lambda} S_{st}(\lambda) S_{dozy} d\lambda \cdot \int_{\lambda} S_{hal}(\lambda) d\lambda} \quad (2)$$

gdzie:

- $F_{X2000-10}$ – współczynnik dopasowania widmowego dla dozymetru X2000-10,
- $F_{X2000-5}$ – współczynnik dopasowania widmowego dla dozymetru X2000-5,
- $S_{st}(\lambda)$ – rozkład widmowy natężenia napromienienia promieniowania słonecznego,
- $S_{hal}(\lambda)$ – rozkład widmowy natężenia napromienienia lampy halogenowej,
- $S_{dozy}(\lambda)$ – rozkład widmowy czułości dozymetru,
- $S_{ery}(\lambda)$ – względna skuteczność widmowa wywoływania zaczerwienienia skóry przez promieniowanie UV.

W badaniach dozymetry personalne umieszczane były na ramieniu pracownika oraz jeden dozymetr – odniesieniowy – umieszczano w bliskim otoczeniu wykonywanych prac, w pozycji poziomej, w bezpiecznym i nie osłoniętym miejscu. W ten sposób maksymalna dawka (napromienienie) promieniowania UV w czasie wykonywania pomiarów była mierzona przez dozymetr odniesieniowy i posłużyła do wyznaczania względnych dawek promieniowania na które ekspozycjonowani są poszczególni pracownicy.

2.2. Metoda oceny narażenia inhalacyjnego i dermalnego na czynniki chemiczne

Do oznaczania WWA w badanym powietrzu na stanowiskach pracy związanych ze stosowaniem asfaltów zaadoptowano metodę podaną w normie PN-Z-04298:2001, która obejmuje pomiary 9 WWA (dibenz[a,h]antracen, benzo[a]piren, benz[a]antracen, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, inde-

no[1,2,3-c,d]piren, antracen, benzo[g,h,i]perylene i chryzen), dla których w przepisach krajowych jest ustalona wartość NDS. Metodę tą poszerzono o kolejnych 6 WWA – naftalen, acenaftalen, fluoren, fenantren, fluoranten i piren, z których 5 pierwszych wg ekspertów IARC wykazuje działanie drażniące na skórę i błony śluzowe. Natomiast antracen i fenantren są czynnikami fototoksycznymi.

Próbki powietrza do oznaczania 15. WWA pobierano wykorzystując próbniki adsorpcyjno-filtracyjne składające się z filtra politetrafluoroetylenowego (FFE) (2 μ m, 37 mm) umieszczonego w teflonowej oprawce i połączonej z nim szeregowo rurki adsorpcyjnej wypełnionej żywicą XAD-2 (100mg/50mg) – ORBO 43. W celu pobrania powietrza do oznaczania WWA przez próbki przepuszczano 720 l powietrza, przy stałym przepływie 120 l/h. Do pobierania stosowano aspiratory: GilianAir 5 (max przepływ 5l/min). W celu wyizolowania WWA z filtra i oddzielnie z XAD-2 stosowano przez 60 min ekstrakcję jednoetapową odpowiednio 10 ml dichlorometanu i 1 ml acetonitrylu. Analizę WWA prowadzono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorescencyjną i kolumną analityczną Pinnacle II PAH pracująca w temperaturze 25°C. Fazą ruchomą był acetonitryl: woda (w gradiencie) od 50 do 100% acetonitrylu i szybkości przepływu 0,97 ml/min, objętość nastrzykiwanej próbki wynosiła 10 μ l.

W celu wyizolowania lotnych związków organicznych z powietrza zastosowano rurki adsorpcyjne z węglem aktywnym (warstwa 100 i 50 mg). Przez próbnik przepuszczano 78 l powietrza. Do ekstrakcji badanych związków z sorbentów zastosowano desorpcję rozpuszczalnikową jednokrotną 1 ml disiarczku węgla, a do ich ilościowego oznaczania techniką GC/MS stosując kolumnę HP-5MS w temperaturze programowanej 40°C - 210°C.

Z uwagi na fakt, że pracownicy zatrudnieni przy układaniu asfaltów są narażeni na niebezpieczne substancje chemiczne, które wchłaniają się przez nieuszkodzoną skórę, działają drażniąco na skórę (WWA z dwoma i trzema pierścieniami w cząsteczce) oraz wykazują działanie fototoksyczne (antracen i fenantren), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne wybrano do badań narażenia dermalnego.

Do pomiaru zdeponowanych na skórze i/lub ubraniu pracowników wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) wybrano metodę tzw. „łatek” – jedną z trzech metod zaproponowanych w projekcie normy europejskiej – *Workplace exposure – Measurement of dermal exposure – Requirement and test methods*.

W celu pobrania próbek do oceny narażenia dermalnego na WWA przyczepiano filtry z teflonu do skóry/ubrania pracownika, po dwa filtry o łącznej powierzchni 10,4 cm². Osadzone emitowane wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) podczas wykonywanych czynności zawodowych, ekstrahowano dichlorometanem i po zatężeniu i zmianie rozpuszczalnika na

acetonitryl poddawano analizie chromatograficznej wg w metodzie oznaczania WWA do oceny narażenia inhalacyjnego.

Próbki do oznaczania WWA oraz LZO pobierano przez ok. 6 h w czasie normalnego cyklu pracy. Próbki (filtr/rurka Orbo-43 oraz rurka z węglem aktywnym) do oceny narażenia inhalacyjnego były umieszczane w strefie oddychania pracowników (rys. 2).

Filtry do oceny ilości zdeponowanych na skórze/ubraniach pracowników umieszczano na lewym ramieniu pracowników, po dwa filtry obok siebie (obok dozymetru promieniowania UV).



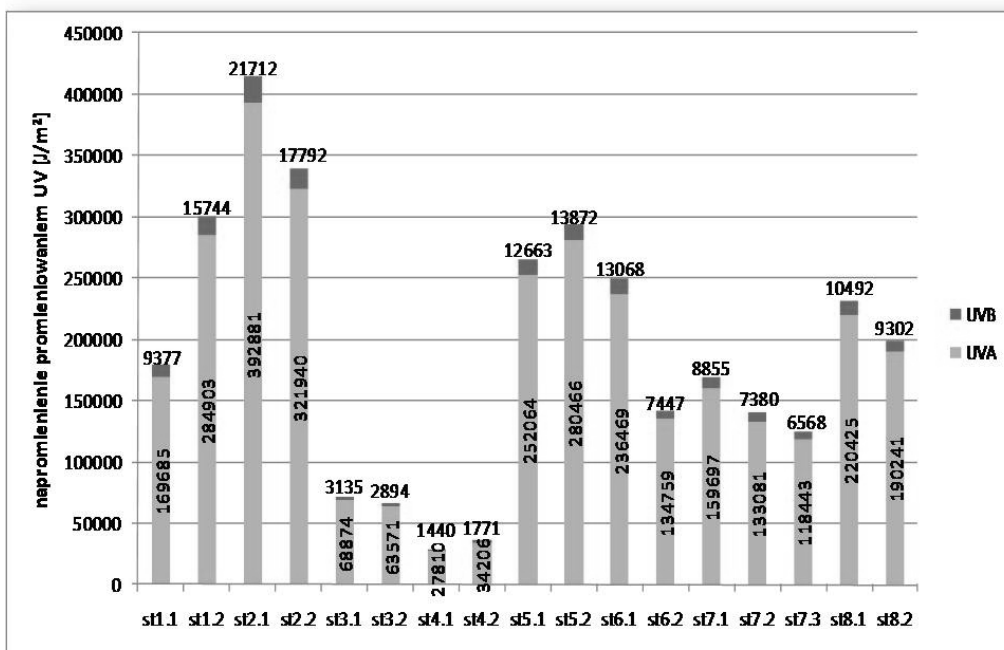
Rys. 2. Usytuowanie próbników na pracowniku

3. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

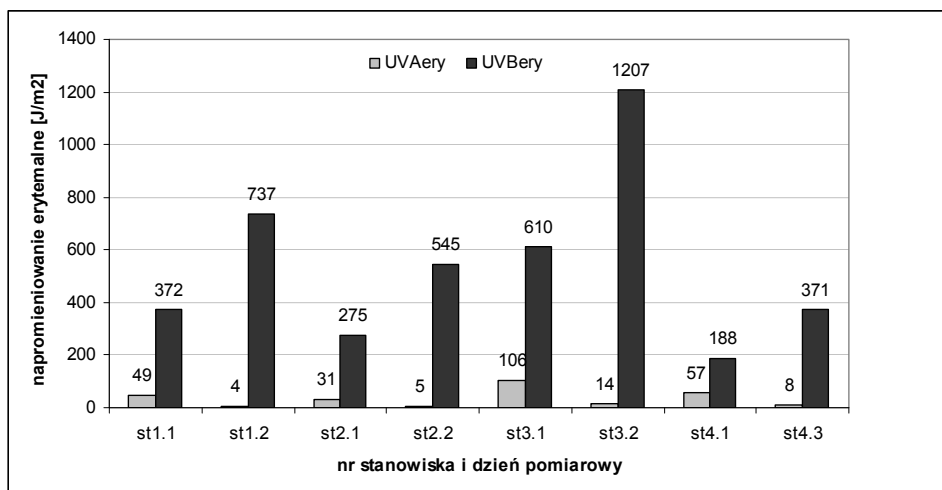
3.1. Ekspozycja na naturalne promieniowanie nadfioletowe

Wyniki napromienienia (całkowitego) promieniowaniem UVA i UV-B u wybranych pracowników na badanych budowach przedstawiono na rysunku 3. W przypadku rozważania napromienienia nieskorygowanego do krzywej skuteczności erytemalnej wyraźnie widać, że udział promieniowania UVA w widmie promieniowania słonecznego był znacznie większy niż promieniowania UVB. Średnio napromienienie UVB stanowiło zaledwie 5,5% napromienienia UVA. Dzielne napromienienie UVA w ciągu zmiany roboczej w okresie letnim, w zależności od czasu pracy na wolnym powietrzu i warunków atmosferycznych było w zakresie od 4206 J/m² do 392 881 J/m². Natomiast dzielne napromienienie UVB od 1440 J/m² do 21 712 J/m².

Natomiast dzielne napromienienie erytemalne (tzn. skorygowane do krzywej skuteczności erytemalnej) było zdecydowanie większe w przypadku promieniowania UVB niż promieniowania UVA. Średnie dzielne napromienienie erytemalne UVA stanowiło około 10% napromienienia erytemalnego UVB (rys. 4).



Rys. 3. Napromienienie erytemalnie promieniowaniem UV-B poszczególnych pracowników na badanych stanowiskach i budowach



Rys. 4. Napromienienie erytemalne UVA i UVB poszczególnych pracowników w ciągu dwóch dni pomiarowych na Budowie – 2

W celu zminimalizowania wpływu warunków atmosferycznych (zachmurzenie) na analizowane wyniki pomiarów dla poszczególnych pracowników

w kolejne dni pomiarowe przyjęto do analizy wskaźniki procentowe napromienienia erytemalnego osobno dla promieniowania UVA i UVB. Zakres zmian tych wskaźników dla poszczególnych grup pracowniczych zestawiono w tabeli 1.

TABELA 1

Zakres zmian W_{UVA_ERY} i W_{UVB_ERY} dla poszczególnych grup zawodowych

Stanowisko	Zakres zmian W_{UVB_ery} [%]		Zakres zmian W_{UVA_ery} [%]	
	min	max	min	max
Bitumiarze	5,99	62,38	7,82	51,12
Kierowcy	7,82	50,30	23,18	55,57
Mechanik	7,17	23,80	17,33	23,80
Operator koparki	11,40	22,70	16,24	19,92
Operator ładowarki	2,27	34,82	16,17	34,82
Operator układarki	13,33	38,91	13,33	38,91
Operator walca	6,26	53,44	6,26	36,03
Operator	7,92	26,05	19,78	26,05

Pomimo zastosowania wartości względnych do porównywania ekspozycji różnych grup zawodowych, to jak widać, występowało dość duże zróżnicowanie ekspozycji wśród danej grupy zawodowej. Zróżnicowanie to przede wszystkim wynikało z charakteru wykonywanych czynności w danym dniu i przestaniania dozymetru przez czynniki zewnętrzne. Można jednak zauważyć, że największe wartości tych wskaźników wyznaczono dla bitumiarzy, operatorów walca i kierowców. Zróżnicowanie wskaźników procentowych dla UVA i UVB wynika z różnic rozkładu widmowego promieniowania UV w danym dniu pomiarowym.

3.2. Ekspozycja na czynniki chemiczne

W badanym powietrzu na wytypowanych stanowiskach pracy stwierdzono występowanie wieloskładnikowych mieszanin substancji chemicznych. W skład tych mieszanin wchodzi lotne związki organiczne (LZO) charakteryzujące się różnym działaniem szkodliwym. Poziomy stężenie LZO, dla których są ustalone wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS/NDSCh) był kilkaset razy mniejszy tych wartości. Dla wielu zidentyfikowanych substancji chemicznych nie ustalono dopuszczalnych limitów narażenia zawodowego. W tabeli 2 zestawiono LZO i WWA najczęściej identyfikowane w próbkach powietrza pobieranych podczas układania asfaltów.

TABELA 2

Najczęściej identyfikowane, niebezpieczne substancje chemiczne w próbkach inhalacyjnych podczas układania asfaltów

Substancja chemiczna	Klasyfikacja
Toluen	substancja wysoce łatwo palna – F ; R11 ; substancja szkodliwa – Xn ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe – R20 wchłania się przez skórę – Sk
Tetrachloroeten	Rakotw. Kat. 3; może powodować - ograniczone dowody działania rakotwórczego – R40 ; Ft
o-Ksylen	substancja łatwo palna – R10 ; substancja szkodliwa – Xn ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą – R20/21 ; substancja drażniąca – Xi ; działa drażniąco skórę – R38 ; wchłania się przez skórę – Sk
Etylometylobenzen	substancja wysoce łatwo palna – F ; produkt wysoce łatwy palny – R11 ; substancja szkodliwa – Xn ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe – R20 ; wchłania się przez skórę – Sk
1,2,4-Trimetylobenzen	substancja łatwo palna – R10 ; substancja szkodliwa – Xn ; działa szkodliwie przez drogi oddechowe – R20 ; substancja drażniąca – Xi ; działa drażniąco na oczy, drogi oddechowe i skórę – R36/37/38 ; substancja niebezpieczna dla środowiska – N ; działa toksycznie na organizmy wodne – R51 , może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym – R53 ; wchłania się przez skórę – Sk
Butylocykloheksan	substancja wysoce łatwo palna – F ; R11 ; substancja szkodliwa – Xn ; R65 ; pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy – R67
Butylobenzen	Substancja szkodliwa – Xn ; działa szkodliwie; może powodować uszkodzenie płuc w przypadku połknięcia – R65 Substancja drażniąca – Xi ; działa drażniąco na drogi oddechowe – R37
Formaldehyd	Rakotw. Kat. 3; może powodować – ograniczone dowody działania rakotwórczego – R40 ; T ; R23/24/25 Substancja żrąca – C ; powoduje oparzenia R34 może powodować uczulenie w kontakcie ze skórą – R43
Acetaldehyd	Rakotw. Kat. 3; może powodować – ograniczone dowody działania rakotwórczego – R40 ; Substancja drażniąca – Xi ; działa drażniąco na drogi oddechowe i oczy – R36/37 fetotoksyczny – Ft ,
Akroleina	Substancja bardzo toksyczna – T+ ; R26 Substancja toksyczna T ; R24/25 ; Substancja żrąca – C ; powoduje oparzenia R34 ; wchłania się przez skórę – Sk fetotoksyczny – Ft ,
o-Tolualdehyd	Substancja szkodliwa – Xn ; działa szkodliwie po połknięciu – R22
2,5-Dimetylobenzaldehyd	Substancja szkodliwa Xn ; działa szkodliwie po połknięciu – R22
Naftalen	Rakotw. Kat. 3; ograniczone dowody działania rakotwórczego – R40 ; substancja toksyczna – T ; substancja szkodliwa – Xn ; działa szkodliwie po połknięciu R22 ; wchłania się przez skórę – Sk
Benzo[a]antracen	Rakotw. Kat. 2; może powodować dziedziczne wady genetyczne – R45 wchłania się przez skórę – Sk
Chryzen	Rakotw. Kat. 2; może powodować dziedziczne wady genetyczne – R45 ; Muta. Kat. 3; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia – R68 ; wchłania się przez skórę – Sk
Fenantren	Rakotw. Kat. 2; może powodować dziedziczne wady genetyczne – R45 ; wchłania się przez skórę – Sk
Acenaften	Niesklasyfikowana wchłania się przez skórę – Sk
Fluoren	Niesklasyfikowana wchłania się przez skórę – Sk
Antracen	Niesklasyfikowana wchłania się przez skórę – Sk
Fluoranten	Niesklasyfikowana wchłania się przez skórę – Sk
Piren	Niesklasyfikowana wchłania się przez skórę – Sk

Przeprowadzone badania chemicznych zanieczyszczeń powietrza na zewnętrznych stanowiskach pracy podczas układania asfaltów w większości przypadków potwierdziły obecność niebezpiecznych substancji chemicznych o działaniu drażniącym, uczulającym, w tym fototoksycznych, zarówno w powietrzu wdychanym przez pracowników, jak również zdeponowanych na skórze/ubraniach pracownika.

Porównanie wyników minimalnych i maksymalnych stężeń LZO i WWA w próbkach powietrza oraz w próbkach dermalnych dla poszczególnych stanowisk pracy, na których przeprowadzono badania pilotażowe zestawiono w tabeli 3.

TABELA 3

Wyniki pomiarów stężeń LZO, WWA w próbkach inhalacyjnych i dermalnych dla poszczególnych grup zawodowych

Narażenie inhalacyjne										
Wyniki	Operator układarki		Operator ładowarki		Operator walca		Bitumiarz		Kierowca	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Suma WWA (2-3) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,31	4,42	0,50	5,53	0,43	7,43	0,31	4,42	0,19	2,9
Suma WWA (4-6) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,01	0,43	0,01	0,93	0,01	0,26	0,01	0,35	0,05	1,16
Toluen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,00	61,71	0,00	43,07	0,00	63,57	0,00	20,07	0,00	15,12
Suma LZO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	20,07	6697,65	36,86	682,44	0,00	1756,47	20,07	1114,55	56	114,0
Narażenie dermalne										
WWA [ng/cm^2]	0,53	53,17	0,26	67,14	0,23	7,36	0,25	59,59	1,9	30,0
Suma WWA (2-3) [ng/cm^2]	0,53	53,17	0,26	60,54	0,11	6,84	0,25	46,65	1,6	23,6
Antracen [ng/cm^2]	0,00	0,03	0,00	0,10	0,00	0,14	0,00	0,06	0,02	0,12
Fenantren [ng/cm^2]	0,00	5,40	0,00	9,71	0,00	4,70	0,00	2,34	0,00	3,05

Poziom stężenie WWA o działaniu drażniącym (z 2-3 pierścieniami w cząsteczce) w był znacząco większy od stężeń oznaczanych WWA z 4-6 pierścieniami na wszystkich badanych stanowiskach pracy, zarówno w próbkach pobranych do oceny narażenia inhalacyjnego, jak i dermalnego. Najwyższe stężenia LZO i WWA z 2-3 pierścieniami stwierdzono w strefie oddychania operatorów walca i układarek, a w próbkach dermalnych na stanowisku operatora ładowarek.

4. PODSUMOWANIE

Zmierzone wartości dawki promieniowania UV-A nieselektywnego, które bez względu na warunki pogodowe przekraczają wartość 20 000 J/m² dla większości objętych badaniami pracowników zatrudnionych podczas układania dróg z asfaltów są wystarczające do wywołania reakcji fototoksycznych lub fotoalergiczych.

Przeprowadzone badania wykazały jednoczesne występowanie na stanowiskach pracy takich wartości napromienienia UV-A i czynników chemicznych o działaniu fototoksycznym – antracenu i fenantrenu w próbkach dermalnych oraz w badanym powietrzu na stanowiskach pracy, co mogło być przyczyną okresowo powtarzających zmian skórnych na rękach u 25% pracowników.

LITERATURA

1. CEN/TS 15279 Workplace exposure – Measurement of dermal exposure – Requirement and test methods.
2. Dyrektywa 2006/25/WE w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (sztucznym promieniowaniem optycznym) (dziewiętnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG).
3. PN-Z-04298:2001 Ochrona czystości powietrza. Oznaczanie wielopierścieniowych węglodorów aromatycznych na stanowiskach pracy metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej.
4. Rozporządzenie MPiPS z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych w środowisku pracy (Dz.U. nr 217, poz. 1833 ze zmianami).

Rękopis dostarczono, dnia 26.03.2010 r.

Opiniował: dr Stanisław Marzec

COMBINED EXPOSURE TO NATURAL UV RADIATION AND IRRITANT, SENSITIZING AND PHOTOSENSITIZING SUBSTANCES

Małgorzata POŚNIAK, Małgorzata SZEWCZYŃSKA,
Agnieszka WOLSKA, Piotr GŁOGOWSKI

ABSTRACT *This study aimed to assess of combined exposure to natural UV radiation and chemical agents in the working environment. The road pavers are the representative group of workers exposed*

to these dangerous agents. The activity of them are connected with exposure to asphalt fumes containing multicomponent mixture of chemical substances dangerous to human health, among others - irritant and sensitizing, including phototoxic and photosensitizing substances causing with UV radiation exogenous dermatitis.

Dr Małgorzata POŚNIAK jest kierownikiem Zakładu Zagrożeń Chemicznych i Pyłowych w CIOP-PIB. Prowadzi prace badawcze z zakresu zagrożeń chemicznych w środowisku pracy i oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na te czynniki. Wykonuje ekspertyzy środowiska pracy oraz badania oceny ryzyka zawodowego. Jest certyfikowanym wykładowcą bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie: czynników chemicznych w środowisku pracy. Jest autorem lub współautorem wielu referatów, artykułów, monografii i poradników.

Dr Małgorzata SZEWCZYŃSKA jest kierownikiem Pracowni Metod Chromatograficznych w CIOP-PIB. Prowadzi prace z zakresu analizy identyfikacyjnej i ilościowej czynników chemicznych w środowisku pracy i oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na te czynniki. Jest certyfikowanym wykładowcą bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie: czynników chemicznych na stanowiskach pracy.

Dr inż. Agnieszka WOLSKA jest kierownikiem Pracowni Promieniowania Optycznego w CIOP-PIB. Jest doświadczonym ekspertem w zakresie oświetlenia, ergonomii widzenia i promieniowania optycznego. Prowadzi prace badawcze z zakresu wpływu różnych parametrów oświetlenia na zmęczenie wzroku i wydajność pracy, określania własności użytkowych systemów sterowania oświetleniem oraz opracowania metod pomiaru i oceny ryzyka zawodowego związanego z oświetleniem i promieniowaniem optycznym (laserowym i nielaserowym). Wykonuje ekspertyzy oświetlenia oraz badania oceny ryzyka zawodowego związanego z promieniowaniem optycznym. Jest certyfikowanym wykładowcą bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie: oświetlenia, ergonomii i promieniowania optycznego. Ponadto jest autorem lub współautorem wielu referatów, artykułów, monografii i poradników.





Mgr inż. Piotr GŁOGOWSKI specjalizuje się w szeroko pojętej technice laserowej. Prowadzi badania z zakresu laserów ciała stałego oraz ich zastosowania w medycynie oraz metrologii. Prowadzi także badania z zakresu zagrożeń związanych z promieniowaniem laserowym.